75 JAAR

1920 1995

tijdschrift van het

nederlands elektronica- en radiogenootschap

deel 61 nr.1 1996

nederlands elektronica- en radiogenootschap

Nederlands Elektronica- en Radiogenootschap
Correspondentie-adres: Postbus 39, 2260 AA Leidschendam.
Gironummer 94746 t.n.v. Penningmeester NERG, Leidschendam.

HET GENOOTSCHAP

Het Nederlands Elektronica- en Radiogenootschap (NERG) is een wetenschappelijke vereniging, gericht op elektronica, telecommunicatie en informatieverwerking.
Het doel van het NERG is om het wetenschappelijk onderzoek op deze gebieden te bevorderen en de verbreiding en toepassing van de verworven kennis te stimuleren.

LIDMAATSCHAP

Voor lidmaatschap wende men zich via het correspondentie-adres tot de secretaris. Het lidmaatschap van het NERG staat open voor academisch gegradueerden en anderen die door hun kennis en ervaring bij kunnen dragen aan het genootschap. De jaarlijkse contributie bedraagt ingaande 1996 voor gewone leden *f* 75,- en voor junior leden *f* 39,-. Bij automatische incasso wordt *f* 3,- korting verleend.
Gevorderde 1e fase studenten en 2e fase studenten komen in aanmerking voor het junior lidmaatschap en kunnen daartoe contact opnemen met de contactpersoon op hun universiteit.
In bepaalde gevallen kunnen ook andere leden, na overleg met de penningmeester, voor een gereduceerde contributie in aanmerking komen.
De contributie is inclusief abonnement op het Tijdschrift van het NERG en deelname aan vergaderingen, lezingen en excursies.

HET TIJDSCHRIFT

Het tijdschrift verschijnt gemiddeld vijf maal per jaar. Opgenomen worden artikelen op het gebied van de elektronica en de telecommunicatie. Auteurs, die publicatie van hun onderzoek in het tijdschrift overwegen , wordt verzocht vroegtijdig contact op te nemen met de hoofdredacteur of een lid van de redactiecommissie.

Het jaarabonnement van het tijdschrift bedraagt *f* 75,-

ISSN 03743853

BELANGRIJK NERG NIEUWS

Nu de Algemene Ledenvergadering naderbij komt, houdt het bestuur zich wat meer dan gewoonlijk bezig met de huishoudelijke zaken van het NERG en de daarmee verbonden organen. De Jaarverslagen en Jaarrekeningen over 1995 en de Jaarplannen en Begrotingen voor 1996 moeten met de nodige worden opgesteld. Het bestuur ziet de Ledenvergadering vol vertrouwen tegemoet.
Het moge ons door de Hoofdredacteur gegund worden nu eens voor bijzonder nieuws de eerste in plaats van de gebruikelijke laatste pagina van 'Het Tijdschrift' te benutten.



Prof.Ir. J.H. Geels
voorzitter NERG

De Jubileum-CDROM is gereed!

Het NERG is een 75 jaar jong genootschap, evenwel met een historie die de samenstelling van een trots gedenkboek als jubileumgeschenk zou rechtvaardigen. Omdat het NERG zich echter ook bezig houdt met de nieuwste technologieën voor opslag van informatie, ligt het voor de hand dat in plaats van de boekvorm een modern alternatief als medium zou worden gekozen: een CDROM. Denk niet dat we niet van boeken houden of iets tegen gedenkboeken hebben. Het tegendeel is waar!

De CDROM heeft als medium naast nadelen ook voordelen: het kan behalve tekst en foto's ook bewegende beelden en geluidsfragmenten opslaan. Aangenomen werd dat het voor de leden niet onoverkomelijk zou zijn om toegang te krijgen tot een multi media personal computer of een ander soort CDROM-weergever. Doordat de kosten van fabricage van CDROM's sterk zijn gedaald, kwam de verwezenlijking van dit idee binnen bereik mits de samenstelling in eigen beheer zou worden gedaan. Aldus werd besloten en de Jubileum-commissie nam de uitdaging geestdriftig aan.

Het is de bedoeling dat de Jubileum-CDROM in de pauze na de Algemene Ledenvergadering op 20 maart wordt gedemonstreerd. Met groot genoegen biedt de Jubileum-commissie alle leden een exemplaar van de Jubileum-CDROM aan, als bijlage bij deze aflevering van 'Het Tijdschrift'.

Elders in dit nummer zijn aanwijzingen opgenomen om mogelijk optredende problemen bij het afspelen van de CDROM op te lossen.

Op de Jubileum-CDROM is een selectie van belangwekkende teksten, beelden en geluidsfragmenten uit de geschiedenis van het NERG opgeslagen. Het speurwerk en de samenstelling was een enorm stuk werk, waaraan de makers niettemin veel plezier beleefden. Uit de reacties bij proefdemonstraties hebben we begrepen dat het merendeel van de leden dit jubileumgeschenk op prijs zullen stellen.

Het NERG is de betrokken leden van de Jubileum-commissie zeer erkentelijk voor hun inspanning. Er is daarbij een persoon die zeker niet onvermeld mag blijven, want we zijn hem bijzondere dank verschuldigd. Dat is ons sterk bij de Jubileum-CDROM betrokken bestuurslid prof.dr.ir. W.M.G. van Bokhoven, die het project op baanbrekende wijze heeft doorgezet. Zijn naam is onverbrekelijk verbonden aan het totstandkomen van de Jubileum-CDROM, waaraan hij zeer veel van zijn vrije tijd en creativiteit heeft gegeven. Hulde! Getrouw aan zijn gegeven woord heeft hij het op zich genomen karwei afgemaakt, ondanks de in de laatste maanden ondervonden concurrentie van het decaanschap. Tijdens de vorige vergadering heeft het bestuur getuigd van hoge waardering voor zijn voortreffelijke inspanning.

De leeftijd van de NERG-leden

In gesprekken met studenten en jonge vakgenoten wordt vaak de veronderstelling geuit dat ons genootschap overwegend oudere leden zou hebben. Overigens willen die jongeren daarmee niets ten nadele van de ouderen zeggen. Integendeel: de ontmoeting van de ouderen wordt meestal als interessant en stimulerend ervaren. Jongeren schijnen daarbij een drempel te moeten overwinnen: ze voelen zich beter thuis met ook wat leeftijdgenoten in het gezelschap.

De bovengenoemde bewering stoelt waarschijnlijk op de tijdens de werkvergaderingen waargenomen doorsnee van leeftijden. De ouderen, vooral de post-actieven, blijken vaker in de

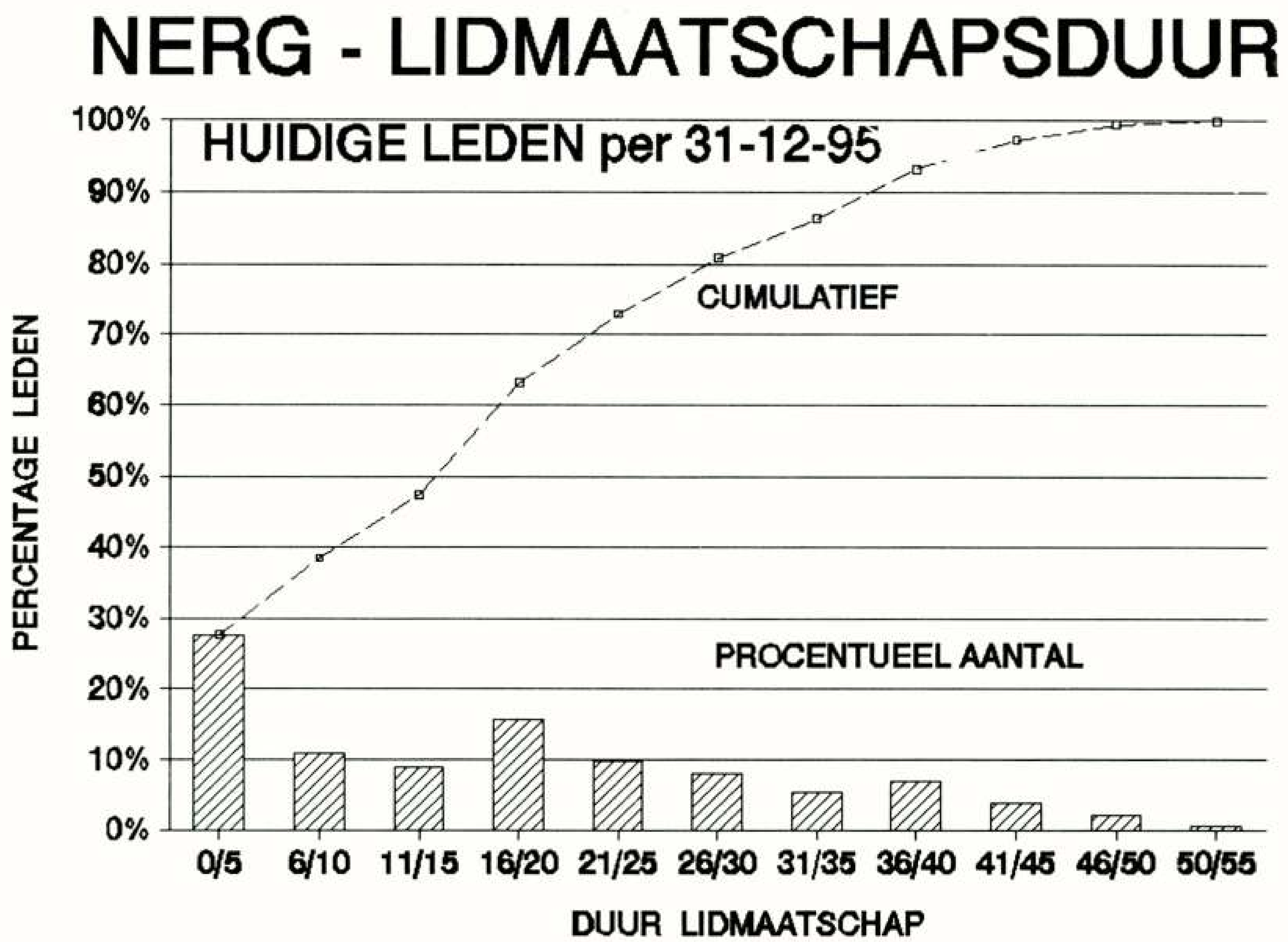
gelegenheid te zijn een werkvergadering te bezoeken dan de jongeren.

Ter toetsing van de veronderstelde oververtegenwoordiging heeft de secretaris een statistiek gemaakt van de duur van het lidmaatschap. In de ledenadministratie is namelijk niet het geboortejaar, doch wel systematisch van elk lid het begin van zijn lidmaatschap vermeld. Aangezien de meeste leden op jonge leeftijd lid worden van het NERG mag worden aangenomen dat deze statistiek een redelijk betrouwbaar beeld geeft van de leeftijdsopbouw van het NERG.

Uit de administratie blijkt verder dat het ledenverlies hoofdzakelijk de oudere leden betreft. Vaak opgegeven redenen voor het bedanken zijn: overlijden, pensionering en niet meer werkzaam zijn in het aandachtsgebied van het NERG.

CONCLUSIES:
ongeveer 40% van de leden is korter dan 10 jaar lid
ongeveer 50% van de leden is korter dan 15 jaar lid
ongeveer 35% van de leden is langer dan 20 jaar lid
ongeveer 20% van de leden is langer dan 30 jaar lid
ongeveer 5% van de leden is langer dan 40 jaar lid

Met het oog op de continuïteit van het NERG benadert dit in tevreden stellende mate de wenselijke verdeling.



Het Jaarplan 1996

Algemeen. Het verenigingsjaar 1996 zal in het eerste halfjaar nog in het teken staan van het 75-jarig bestaan van ons Genootschap. Het bestuur grijpt deze gelegenheid aan om onder alle vakgenoten de bekendheid met het NERG en zijn kwaliteiten te vergroten, in de verwachting dat de betrokkenheid van de leden zal toenemen en het ledental daardoor zal groeien.

Het bestuur zal het in de voorafgaande jaren gevoerde beleid in hoofdlijnen voortzetten. Accent zal worden gelegd op de werving van nieuwe leden en de verdere verbetering van de financile positie.

Werkvergaderingen. Er wordt gestreefd naar ten minste tien werkvergaderingen in een evenwichtige verhouding tussen dag-, middag- en avondvergaderingen, gespreid over het land te houden. Als rode draad voor de thema's daarvan is in de jubileumperiode het frequentiespectrum gekozen. Dit wordt stapsgewijze doorlopen, waarbij met een blik naar de historie wordt gekeken naar de huidige en toekomstige ontwikkelingen in wetenschappelijk onderzoek en technische toepassingen.
In het tweede halfjaar zal weer plaats zijn voor de presentatie van opzet en resultaten van Nederlands wetenschappelijk onderzoek en ontwikkeling.

Het Tijdschrift. Er wordt gestreefd naar dezelfde omvang van deze jaargang zoals die in de laatste jaren was.
Ter structurele besparing op de lasten van Het Tijdschrift zal het drukgereedmaken door de Redactie Commissie zelf worden verzorgd. Verder worden gunstige effecten verwacht van het overleg met media-exploitatie-bureaus over de plaatsing van op onze leden gerichte advertenties en commerciële mededelingen.

Sociale contacten. Het bestuur heeft, zowel voorafgaande aan de werkvergaderingen als tijdens de lunch en de pauzes, waargenomen dat het sociale contact tussen de leden als zeer belangrijk wordt ervaren voor het ontstaan en onderhouden van relaties, zowel voor zakelijke contacten als in de persoonlijke sfeer. Hiervoor zal de nodige ruimte ook in dit jaar worden geboden.

Jubileumviering. De Jubileum-commissie zal in de loop van het eerste halfjaar een CD-ROM uitgeven waarop veel belangwekkende zaken omtrent de geschiedenis van het NERG en de inhoud van Het Tijdschrift worden samengebracht. Ook zal in deze periode de uitslag van de Jubileumprijsvraag worden bekend gemaakt.

Ledenwerving. Een van de voorwaarden voor continuteit van het Genootschap is de groei van het ledental. Tot voor kort werd het verlies aan leden (voornamelijk wegens pensionering, het niet meer bezig zijn in het vakgebied, vertrek naar het buitenland) nagenoeg gecompenseerd door de aanwinst van nieuwe leden.
Als resultaat van de in de afgelopen jaren gehouden acties wordt thans een hoopgevende ledenwinst geboekt. Er zijn echter nog te veel vakgenoten geen lid van het NERG. Het bestuur hoopt door gerichte acties daarin verbetering te brengen.

Onderwijs. Het NERG heeft geen actieve rol meer bij het afnemen van examens, alhoewel er desgevraagd nog steeds gecommitteerden worden geleverd. De Onderwijscommissie houdt zich nu vooral bezig met het kritisch volgen en adviseren van het beroepsonderwijs en de lerarenopleiding in ons vakgebied. Daarnaast is er het SVEN-fonds/NERG als instrument om de kwaliteit van dit onderwijs te helpen bevorderen.

Externe relaties. Het bestuur is voornemens met behoud van de eigen herkenbare identiteit de nationale samenwerking met aanverwante verenigingen te handhaven, en waar mogelijk te versterken.

Een intensievere samenwerking met IEEE/Benelux dan in het thans geldende 'Memorandum of Understanding' (MOU) is voorzien, wordt door beide partijen overwogen. Daarbij komen ook voordelen voor de leden, zoals o.m. een reductie op de basiscontributie, aan de orde. Het bestuur hoopt in dit jaar tot zaken te komen.

Financiën. Door de met ingang van 1996 ingevoerde besparingen en de van kracht geworden contributieverhoging is een noodzakelijke stap gezet naar het in balans brengen van de jaarlijkse baten en lasten van het NERG. Het dienstenpakket dat het genootschap de leden biedt, is echter nog steeds wat duurder dan de opbrengst van contributies, donaties en abonnementen. Het bestuur hoopt door ledenwerving verder te gaan op de vorig jaar ingeslagen weg naar een sluitende begroting onder handhaving van een kwalitatief goed dienstenaanbod.
Verwacht mag worden dat in het jaar 1997 weer een stabiele financiële toestand zal worden bereikt: een sluitende begroting en een eigen vermogen in de orde van grootte van het totaal van de jaarlijkse lasten.

1920 ⇐ 75 JAAR ⇒ 1995

50 Hz < > 20 kHz

NEDERLANDS ELEKTRONICA- EN RADIOGENOOTSCHAP

UITNODIGING

NERG WERKVERGADERING 437

Datum : 4 juli 1995
Locatie : Nieuwegein's Business Center (NBC)
Gebouw : Zaal 16
Adres : Blokhoeve 1
Plaats : Nieuwegein
Tijdstip : 19.30 - 22.30

Onderwerp

Codering en Vercijfering van Spraak en Audio

In het kader van het jubileumjaar zal het frequentiespectrum doorlopen worden. In deze tweede werkvergadering in het jubileumjaar zal aandacht worden besteed aan het hoorbare deel van het spectrum. Verschillende aspecten van codering en vercijfering van spraak en audio zullen in een drietal lezingen worden toegelicht.

PROGRAMMA

19.30 Ontvangst en koffie

20.00 Welkom door de avondvoorzitter

20.10 "Datacompressie, principe en toepassingen"
dr.ir. M. Breeuwer, Philips Nat. Lab.

20.50 "Representatie van audiosignalen"
dr.ing. J.G. Beerends, KPN Research

21.30 "vercijfering van spraak"
ir. W.M. Franken, TNO

22.10 Afsluiting door de avondvoorzitter

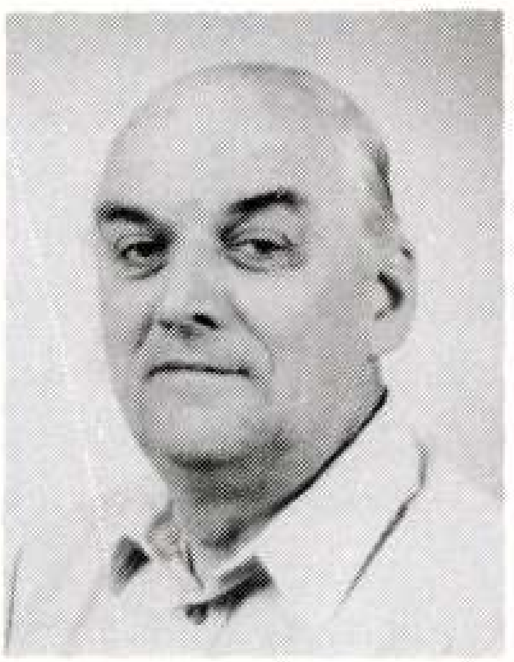
22.15 Gelegenheid om na te praten aan de bar

Aanmelding voor deze dag dient te geschieden door de aanmeldingskaart vóór 28 juni aanstaande te zenden aan het NERG, Postbus 39, 2260 AA Leidschendam. Er zijn geen kosten verbonden aan deze werkvergadering.

Namens het NERG,
dr.ir. drs. E.F. Stikvoort
ir. W. van der Bijl (programmamanager NERG)

BASIC PRINCIPLES OF PASSIVE RADIO IDENTIFICATION

H.J. Butterweck
Eindhoven University ofTechnology



1. Introduction

An anti-shoplifting system detecting electronic labels and an aircraft access control system detecting metallic objects are everyday examples of radio detection systems. They are based on the perturbation of a primary electromagnetic field by some passive object, whose electric and/or magnetic properties deviate from that of the surrounding medium. The secondary field set up by the perturbation can be detected by some (not too) distant receiver which e.g. activates an alarm. Such a system detects the *presence* of some well-defined object ("electronic label") or an ensemble of objects with common properties ("all metallic bodies of sufficient physical dimensions"). Its output is "yes", if an object is present in the region under observation (the "gate") and "no", if no object is present.

Since a radio detection system is an open structure in the sense that it is also exposed to external interfering fields the provided information is not *fully reliable*. In its original form, the system output is an analog signal (e.g. the amplitude of the received secondary field); a threshold detector ultimately determines the yes/no decision. The choice of the threshold depends upon the specific application. In one system the "yes" information might be wanted to be highly reliable (as in an anti-shoplifting system, where only actual thefts should be detected), while in another system (aircraft access control) a higher reliability has to be assigned to the "no" information.

Unlike a simple detection system, an *identification* system can *distinguish* between N different well-defined objects. In its common form, such a system has $N+1$ mutually excluding outputs, indicating the presence of one of the given objects or the absence of all of them (including the absence of any object at all). Radio identification has many logistic applications, such as article surveillance, stock control, animal husbandry, airport luggage tagging, and traffic control.

In this paper some basic principles of radio detection and identification are reviewed, with emphasis on a classification of the various methods. A new system developed at the Signal Processing Group of the Eindhoven University of Technology is briefly discussed.

2. Notions and assumptions

In order to delimit the variety of possible detection and identification systems we first confine ourselves to configurations small compared to the wavelength of the involved radio waves. This implies that we can consider the electromagnetic field as *quasi-static* allowing an approach with the methods of potential theory.

Next we assume that the interaction between the object and the exciting (primary) field is of a purely *magnetic* nature. This can come about by magnetizing a ferromagnetic body, but also by eddy currents induced in a copper disk. In an electronic label the interaction is established through a coil of one or more windings. Note that here the interaction is strongly direction-dependent due the vector character of the magnetic field, and even vanishes if the primary magnetic field vector lies in the plane spanned by the coil windings.
The primary magnetic field is considered as *homogeneous* in the region occupied by the object to be detected, which assumption establishes a bound on the physical dimensions of the object. Due to the magnetic interaction a secondary magnetic field is set up, which for sufficiently large distances from the object has the character of a *dipole field*. The receiver is assumed to be located in this region thus delivering an output signal directly related to the induced dipole moment. Thus our interest is focused on two quantities, the exciting primary magnetic field vector $\underline{h}$ and the induced dipole moment $\underline{m}$, interrelated by a cause-and-effect relation characteristic for the object under consideration. The various forms of this relation will be the main subject of this paper.

Our final assumption requires a *passive* character of the magnetic object: for a vanishing $\underline{h}$ also $\underline{m}$ vanishes. In technical and more correct terms, the object then is *source-free*. Thus battery-fed electronic labels using integrated circuitry are excluded. The question arises, how we handle those modern systems in which such circuitry is fed by the magnetic field itself, through rectifying a received high-frequency medium-power auxiliary signal. Although from a formal point of view such systems have to be reckoned among the passive systems, they will also be excluded from our further considerations. In mathematical terms this restriction can be formulated such that we study passive systems under small-signal conditions, i.e. below the threshold for energizing a potential electronic circuit.

3. Macroscopic magnetic behaviour

Any object in a detection/identification system is characterized by a specific relation between the exciting primary field $\underline{h}$ and the induced dipole moment $\underline{m}$. More explicitly, we have a relation $\underline{h}(t) \rightarrow \underline{m}(t)$ stating that, at some instant t, the dipole moment is determined by all (past) values of the exciting magnetic field. In shorthand notation we write $\underline{m}(t) = L\ \{\underline{h}(t)\}$, where $L\ \{\ \}$ (standing for "label") denotes the causal operator describing the relation between $\underline{h}(t)$ and $\underline{m}(t)$.

Every object is associated with a unique operator $L\ \{\ \}$; conversely, however, a certain operator $L\ \{\ \}$ can belong to a great number of different objects. Hence, $L\ \{\ \}$ has to be considered as one of many parameters characterizing an object, such as mass, moments of inertia etc. Clearly, it gives full information about the magnetic macrobehaviour at sufficiently great distances, but it does not allow reconstruction of the magnetic fine structure. Nevertheless, with sufficient *a priori* information about the geometric configuration, a reconstruction of the permeability distribution can be possible. The claim of various producers of metal detectors, that their devices can also determine the kind of metal, has to be viewed in this light.

In our context, the *electronic labels* used in radio detection and identification deserve particular interest. To enable an (almost) safe identification these labels have to distinguish themselves sufficiently from all other objects, even if these exhibit much stronger magnetic effects. As an example, consider an anti-shoplifting system where the electronic label has to be safely distinguished from the trolley with a much "larger" operator $L\ \{\ \}$ reflecting a stronger magnetic interaction. Here, largeness has to be compensated by a quality which we could indicate as "exclusive". Due to the great variety in possible label properties, it is not easy to formulate this vague requirement quantitatively in terms of $L\ \{\ \}$. Suffice it to state that "resonance" is such an exclusive property, particularly in the extreme form observed in quartz crystals. Apart from the desirable exclusiveness it offers a substantial amplification equal to the quality factor of the resonant circuit and thus enables detection of relatively small electronic labels.

4. Nonlinear labels

Many objects are characterized by one or more specific properties finding expression in certain restrictions on $L\ \{\ \}$. Some occur so frequently that only few objects do *not* have the property under consideration. An example is *time invariance* stating that the operator $L\ \{\ \}$ does not explicitly depend on time. In other words, if the excitation is delayed by a time shift τ, the response is also delayed by τ, with its waveform preserved. Apart from the natural ageing process, no time-*variant* mechanism applies in current identification systems.

Another, frequently occurring property is *linearity* stating that the response to a linear combination of two individual excitations equals the same linear combination of the two individual responses. Although linear systems are frequently occurring and, moreover, attractive in that their analysis is particularly simple, *nonlinear* labels play an important role in radio detection. Just because everyday objects are linear, those labels exhibit what we have called exclusiveness.

The most popular label of that sort is made of nonlinear *ferromagnetic* material shaped as wire or tape and generating easily detectable harmonics under a time-harmonic excitation (usually in the frequency domain below 100 kHz). Such a label affords another attractive feature: it can be easily activated and deactivated by applying a static magnetic field and thus changing the working point on the magnetization characteristic. Electronic labels containing resistive or varactor *diodes* also belong to this category, although so far not many applications have been reported.

Because the nonlinearities under consideration are used only in a small amplitude region (due to the low levels of the used radio-frequency signals, to preserve human beings from danger), we speak of "weakly nonlinear" or "almost linear" systems, for which special analytic tools have been developed. In practice, one can confine oneself to second-order effects. Under time-harmonic excitation only the second harmonic assumes notable amplitudes, while adding another time-harmonic excitation leads to mixing products with frequencies equal to the sum and difference of the exciting frequencies. We remark that labels containing diodes should also make use of resonant circuits in order to achieve higher signal levels and, consequently, stronger nonlinear effects. Also the generated harmonics or combination frequencies can be accentuated with separate resonant circuits.

5. Classification of linear, time-invariant objects

The remainder of this paper is concerned with *linear* and *time-invariant* objects, for which the operator $L\ \{\ \}$ assumes the form of a convolution:

$$\underline{m}(t) = B(t) \otimes \underline{h}(t) = \int_0^\infty B(\tau)\, \underline{h}(t-\tau)\, \mathrm{d}\tau \ . \qquad (1)$$

Here $B(t)$ denotes the tensor impulse response of the object. In the frequency domain $L\ \{\ \}$ has the form of an ordinary product

$$\tilde{\underline{m}}(\mathrm{j}\,\omega) = \tilde{B}(\mathrm{j}\,\omega)\, \tilde{\underline{h}}(\mathrm{j}\,\omega)\,, \qquad (2)$$

where the tildes denote the Fourier transforms of the respective time-domain signals. Particularly, $\tilde{B}$ is the tensor system function of the object. As the secundary dipole field decreases with the inverse third power of the distance, this function has the dimension of a volume measured in m^3 [5]. Both, the *impulse response* and the *system function* completely characterize the object under consideration. Specific properties of linear, time-invariant objects leading to particular classification schemes can be formulated in terms of these functions. Examples of such properties will now be discussed.

1. *Isotropy*. We call an object isotropic, if the characteristic functions $\boldsymbol{B}$ and $\tilde{B}$ are scalars. The 3×3 matrices representing

the two tensors then have vanishing off-diagonal and equal diagonal elements. The vector character of the excitation and response can be left out of consideration and the signal transformation can be studied componentwise. Isotropy applies for highly symmetrical objects like a sphere or cube and does not occur in electronic labels of current identification systems. Rather, these are extremely anisotropic in the sense that, due to the planar windings of the coupling coils, the transmission vanishes in certain directions. In a coordinate system with one coordinate normal to the winding plane the pertinent tensors have the form of 3×3 matrices with only one nonzero entry, which is positioned on the diagonal.

2. *Reciprocity*. We call an object reciprocal, if $\boldsymbol{B}$ and $\widetilde{B}$ are symmetric tensors. The name is derived from the fact that any system of coupled coils with reciprocal objects in the intermediate space forms a reciprocal electrical network n-port (without proof). Since "normal" systems are reciprocal, an electronic label not obeying this restriction would just be a candidate for exclusiveness in the sense defined above. But nonreciprocal labels can only be realized with transistors thus requiring the formerly excluded batteries, or with magnetic devices (Hall plates, microwave ferrite devices) requiring bulky permanent magnets.

3. *Memorylessness*. We call an object memoryless, if there is an instantaneous (local in time) input-output relationship, i.e. if the output signal is determined by the present input signal only and not by its past values. For such an object, $\boldsymbol{B}$ is a delta impulse at $t=0$, while $\widetilde{B}$ is real and independent of frequency. Objects not belonging to this category, are called dispersive (frequency dependent), so that a memoryless object is nondispersive. Although all actual system functions fall off to zero for infinite frequencies, memoryless systems prove to be useful models for many applications. A ferromagnetic, nonconducting object can be approximately considered as memoryless, but a silver coin in which eddy currents are induced has to be viewed as a genuine system *with* memory: the combination of Faraday's en Ohm's law predicts a strong dispersion. Evidently, electronic labels containing resonant circuits are extremely dispersive. Assuming an infinite quality factor such a label can be said to form the counterpart of a memoryless system, with a system function in the form of a Delta impulse located at the resonance frequency.

4. *Passivity*. Our previous weak definition of "passive" in the sense of "source-free" is now replaced with another definition that forbids more than the presence of sources. In the strict sense a system is called passive, if under all conceivable excitations no positive energy can be extracted from the system, under the assumption that the system was "dead" (implying vanishing fields), before the excitation was applied. The translation into a condition for $\boldsymbol{B}$ and $\widetilde{B}$ is not trivial. For a memoryless object we find that both tensors including their matrix representations have to be positive definite (without proof).

All restrictions discussed so far have a peculiar property in common that reveals their basic character. We will call this property "propagating", because validity of the restriction on the microscopic scale propagates to the macroscopic scale, i.e. implies its validity there. As an example, "local linearity everywhere" implies large-scale linear behaviour. Likewise, "local passivity everywhere" (represented by a positive definite permeability tensor) implies large-scale passive behaviour. The same is true for time invariance, reciprocity, and memorylessness. However, local isotropy has to be combined with structural spherical symmetry to guarantee macroscopic isotropy. Observe that in no case the "propagation" can be reversed, i.e. a macroscopic restriction does not *require* the associated microscopic restriction. Although not spherically symmetric, a cube of ferromagnetic material has isotropic properties on the large scale; passive and active material can be so mixed up that it behaves passively in the large; low-pass and high-pass systems can compensate each other so that the whole behaves frequency-independently (without memory).

6. EMC aspects

In this section we continue the discussion of a basic problem associated with any radio identification: The open structures involved are exposed to stray fields emanating from external sources and, moreover, generate themselves interfering radio signals. The signal levels of both, the incoming fields and the outgoing fields (at certain distances), are limited by international radio regulations. Thus we are confronted with an EMC (electromagnetic compatibility) issue that makes radio identification a problem of *statistical* detection suffering from an inherent uncertainty.

Can we reduce this uncertainty? For a given signal-to-noise ratio, the reliability has an upper bound. But, exploiting this bound and observing the radio regulations, the reliability can be increased through increasing the S/N ratio. This is realized by improving the magnetic construction such that it delivers a field with a particularly rapid decay at large distances. In current systems, a first step has been taken by using antennas in the form of an eight (8); at large distances these give rise to a quadrupole field with an asymptotic decrease of the magnetic field as the inverse 4th power of the distance. If the same construction is used for the receiving antenna the sensitivity for incoming fields is reduced: the output signal is then determined by the (properly defined) gradient of the magnetic field instead of the field itself. This remarkable relationship between the transmitting and receiving situation can be retraced to the reciprocity theorem.
Because the improved magnetic construction allows a higher signal in the transmitting mode *and* a lower noise in the receiving mode thus yielding a double gain in S/N ratio, we are encouraged to develop magnetic devices with still higher orders of asymptotic field decrease (octopole etc.[4]). Besides this decrease, also a sufficient field homogeneity inside the gate is desirable to guarantee a reliable detection of objects "inside" and no detection of objects "outside".

It is this field of activities, where we can expect major progress in future development of radio identification. A further problem of comparable significance is the direction dependence of the coupling for electronic labels, due to the vector character of the magnetic field. In most applications, no influence of the label orientation upon the identification would be desirable.

7. PaRIS, a passive radio identification system

In the past five years, a passive radio identification system (PaRIS) has been developed at the Signal Processing Group of the Eindhoven University of Technology [2]. There, the system labels are resonant electric circuits to which a number of quartz crystals are connected. Due to their high Q factors (compared to that of the basic circuit), such labels exhibit a multiple resonance pattern, with a structure superficially reminding of a barcode. Without difficulty, it is possible to distinguish 10^3 such patterns, but with some additional effort substantially higher numbers can be achieved.

The advantages of passive identification are obvious. It does not require batteries (thus avoiding maintenance and waste problems) or high-power energizing fields (thus avoiding human health danger), and it operates under conditions (particularly high temperatures), where other systems fail. Certainly it will neither replace the barcode nor the electronic battery-driven labels which are able to transmit rather sophisticaded codes. But for many problems in the large identification market they can provide attractive alternatives.

Unlike conventional detection systems, PaRIS does not scan the frequency characteristic of the object, but rather switches periodically between a transmitting and a receiving mode, thus enabling detection of small objects setting up weak secondary fields. In this respect it can be compared with a radar system. In our prototype working in the 27 MHz band we have used equal transmitting and receiving times of each 0.5 ms corresponding to a repetition frequency of 1 kHz. The total measuring time is 0.1 second = 100 repetition periods. The repetitions are used to obtain a more reliable identification.

While the main LC circuit is fully energized during a small fraction of the transmitting phase, the total transmitting time is just sufficient to energize the quartz crystals (observe that the ratio of the transmitting time and the radio-frequency period equals 0.5 ms : $1/27 \times 10^{-6}$ s = 13,500 being roughly equal to the quartz quality factor). In the receiving phase the same relations hold: the free oscillation of the LC circuit soon decays, while the quartz oscillations exhibit a slow exponential decay. With the aid of tuned receivers using synchronous detection these free oscillations can be detected. For details the reader is referred to references [1] and [2].

8. Final remark

The literature on radio identification is rather sparse. Since the major research activities are concentrated in industry, most results have been published in the form of patent applications. The papers cited in the bibliography themselves contain a number of valuable references, which, however, cannot be claimed to be exhaustive. Without doubt it can be stated, that the fundamentals of radio identification did not yet attract the attention that they deserve.

9. Acknowledgment

The assistance of G.J.A. v. Gennip, P.J.M. Smidt, W.J.A.M Sanders, L.H.W. Mutsaers, F. Risseeuw, M. Asselman, who completed their Master's theses on the PaRIS project, is gratefully acknowledged. The author wishes to express particular appreciation to A.C.P. van Meer and J.H.F. Ritzerfeld for their continuing support of the above project.

10. Bibliography

[1] H.J. Butterweck, A.C.P. van Meer, and J.H.F. Ritzerfeld, "A remote identification system based on passive identifiers," Signal Processing, vol. 26, no. 3, March 1992, p. 369-379.

[2] J.H.F. Ritzerfeld, "A passive remote identification system,", Proc. of the Workshop on Circuits, Systems and Signal Processing. Houthalen, April 1992, p. 111-116.

[3] J.H.F. Ritzerfeld, "Ontwerpaspecten van passieve radio-identificatie systemen," Tijdschrift van het Nederlands Elektronica- en Radiogenootschap, vol. 59, no. 4, 1994, p. 133-139.

[4] Butterweck, H.J., " On magnetic coil configurations with reduced stray fields," Archiv für Elektrotechnik, vol. 74 (1991), p. 203-211.

[5] Kip, H.J. of Nedap N.V., private communication.

DIGITAL SIGNAL PROCESSING (DSP) TECHNOLOGIE TOEGEPAST BIJ HET DOORMETEN VAN ONAFGESCHERMDE BEKABELING MET GETWISTE ADERPAREN (UTP) IN EEN LOKAAL NETWERK (LAN)

H.G.G.Masselink
Fluke Europe B.V., Science Park 5110, Eindhoven
Fluke Networks Department

Summary

This paper addresses issues of performance standards for data communication links, how these standards affect the field tests of data communication links and what may be expected from a new generation of field test equipment. Advantages related to the accuracy of new testers which utilize digital signal processing techniques will be identified.

---

1. Inleiding

In de wereld van data communicatienetwerken geldt het algemene devies 'hoe sneller hoe beter'.. Naarmate er steeds meer gemeenschappelijk gebruik wordt gemaakt van grafische gegevens, van multimedia en van een grotere verscheidenheid aan applicaties via lokale netwerken (LAN's) zullen deze netwerken meer gegevens moeten kunnen verwerken met een (veel) hogere snelheid dan de huidige netwerken. De bandbreedte van data communicatienetwerken met UTP neemt toe tot 100MHz en verschillende LAN systemen zoals 100BaseTX, TPPMD en 155Mb/s ATM zijn daar voor ontworpen.

Daarop inspelend leggen nu veel gebruikers netwerken aan met ISO/IEC IS-11801 Class D of met TIA/EIA TSB-67 category 5 geclassifiseerde kabel systemen. Deze standaarden bevatten eisen omtrent essentiële kabelparameters zoals karakterestieke impedantie, signaaldemping, signaaloverspraak (*next*) ed. van de aangelegde bekabelingssystemen.

De ISO/IEC IS-11801 heeft een algemeen internationaal karakter en is sinds 15 juli 1995 van kracht. De EN 50173 is de Europesche norm afgeleid van de ISO/IEC en voortoont grote overeenkomst met IS 11801.

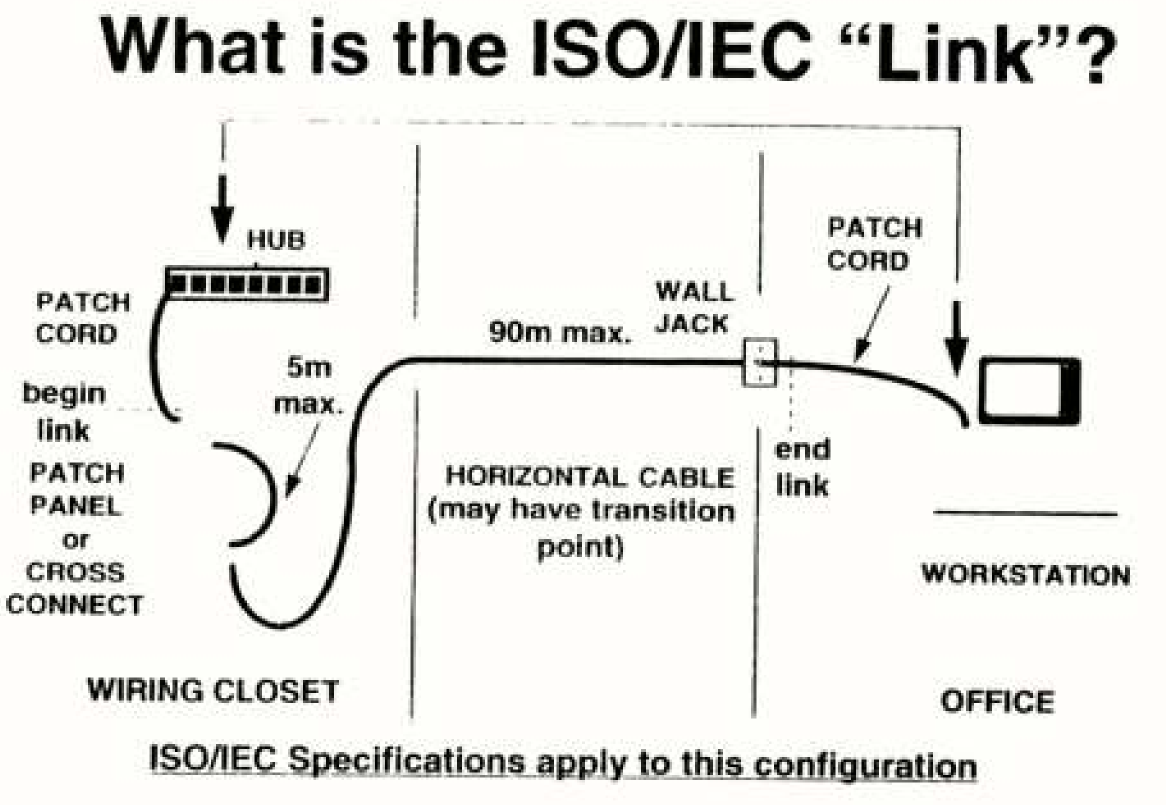
De sinds 9 oktober 1995 van kracht zijnde TIA TSB-67 bevat naast genoemde eisen ook richtlijnen voor meetmethoden en de te volgen testprocedures waarmee deze parameters moeten worden bepaald.

2. Definities

Hoe is een aangelegd bekabelingssysteem (*link*) gedefinieerd?

De ISO/IEC *'link'*, (Figuur 1) bestaat uit:

- een horizontale kabel, maximaal 90 meter lang.
- een verbindings kabel (*patch cord*) van max. 5 meter.
- een doorverbindings paneel (*cross connect*) met 2 steker verbindingen.
- een wand doos (*wall outlet*)



Figuur 1

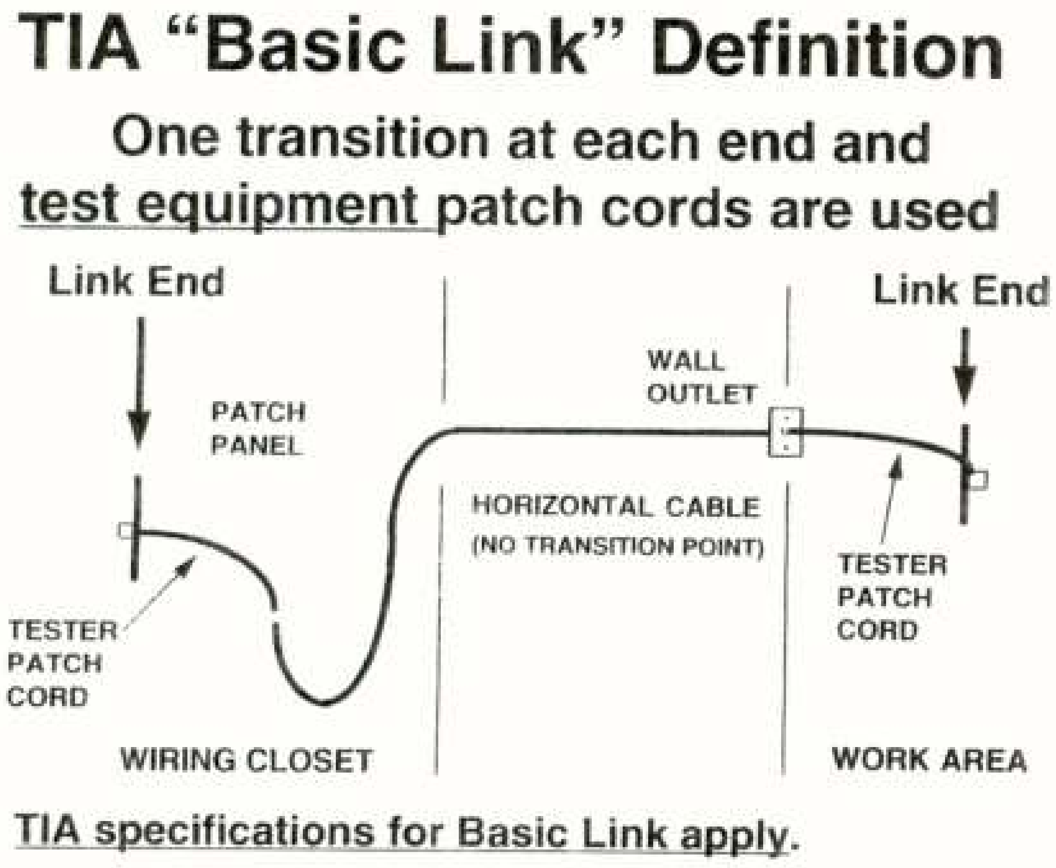
Let er op dat de ISO link begint bij het verbindings paneel met het patch cord stekerpaar en de link eindigt in de gebruikers werkruimte met het wall outlet stekerpaar.

De TIA *'links'*:

In tegenstelling tot ISO kent TIA twee link definities waarvoor eisen zijn opgesteld; de zogeheten Basic Link en de Channel Link.

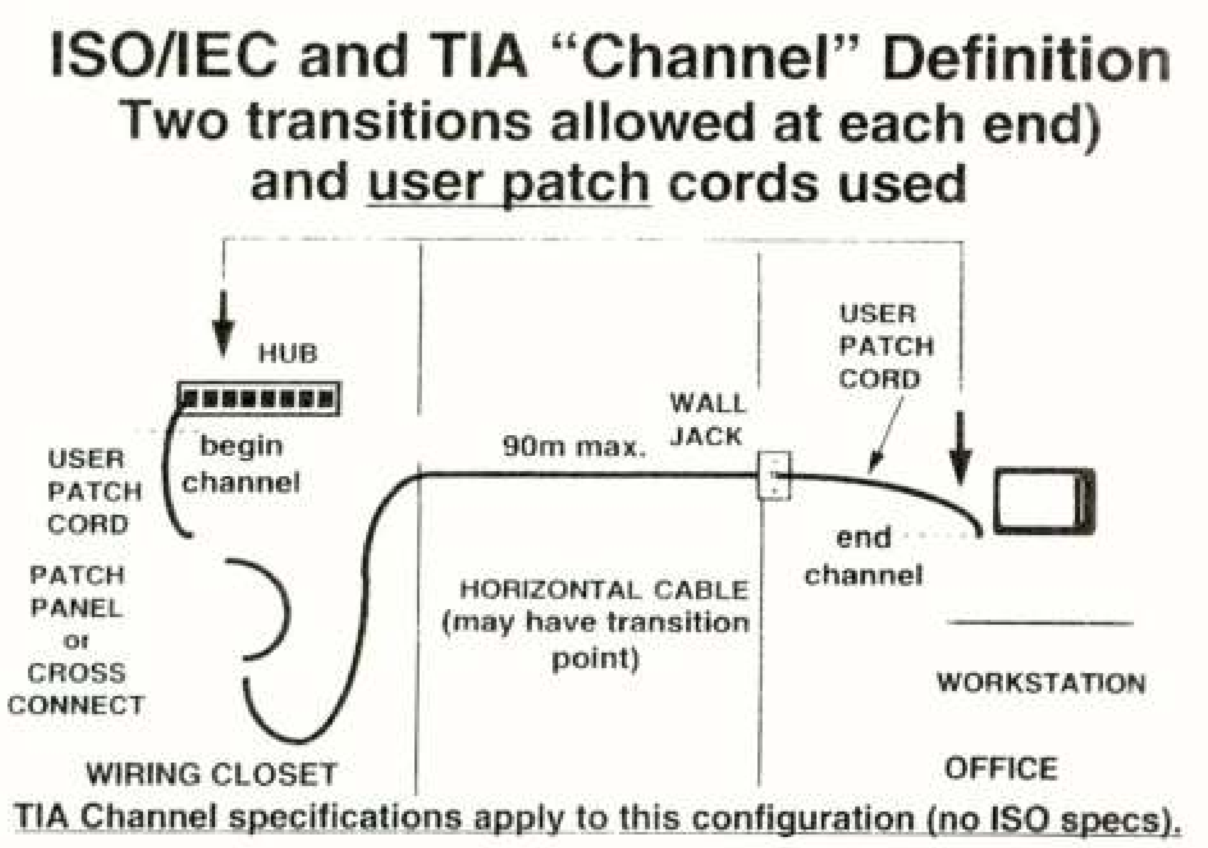
TIA Basic Link (Figuur 2) is bedoeld als de meest elementaire verbinding en vertegenwoordigt het vast aangelegde deel van een bekabelingssyteem zoals een installateur dat aflevert. Het bestaat uit:

- een horizontale kabel , maximaal 90 meter.
- een aansluiting aan elke kant van de kabel, zoals een verbindingsblok of een wand doos.



Figuur 2.
Let er op dat de Basic Link moet worden getest met gebruik van de patch cords van het test apparaat. De Basic link is daarom gedefinieerd dat zij begint bij het patch cord meteen achter de kabelsteker en ze eindigt vlak voor de kabelsteker van het patch cord aan het andere eind.

De TIA Channel Link (Figuur 3) geeft de definitie aan voor het 'van begin tot eind' bekabelingssysteem inclusief de eindgebruiker kabels.

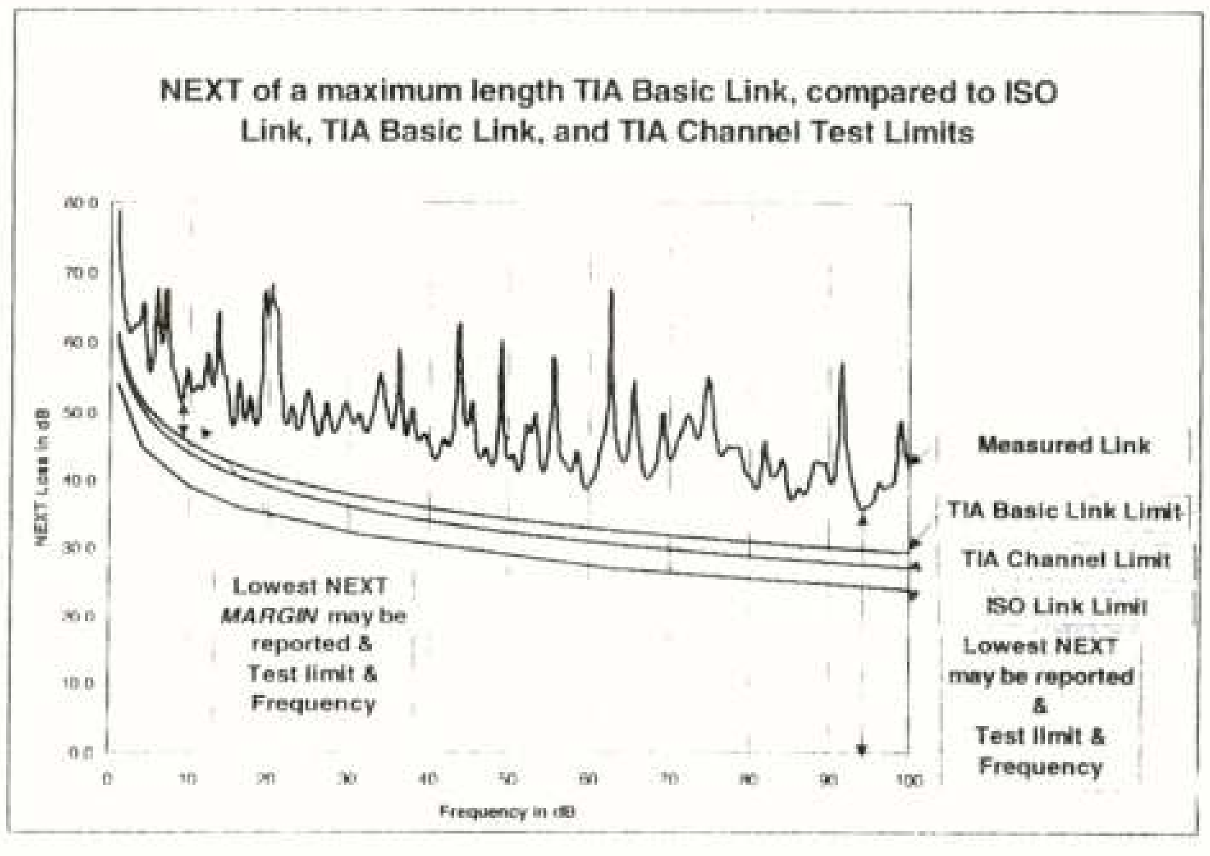


Figuur 3.
Let er op dat de TSB-67 de stekerverbindingen aan de beide einden van de gebruikers kabel uitsluit van de metingen. Het enige verschil tussen ISO/IEC en TIA Channel is dat bij ISO de bekabeling van het gebruikers patch cord niet 'meetelt' terwijl bij TIA dat juist wél telt. Dit verschil heeft een minimaal effect op de nauwkeurigheid bij signaaldemping metingen.

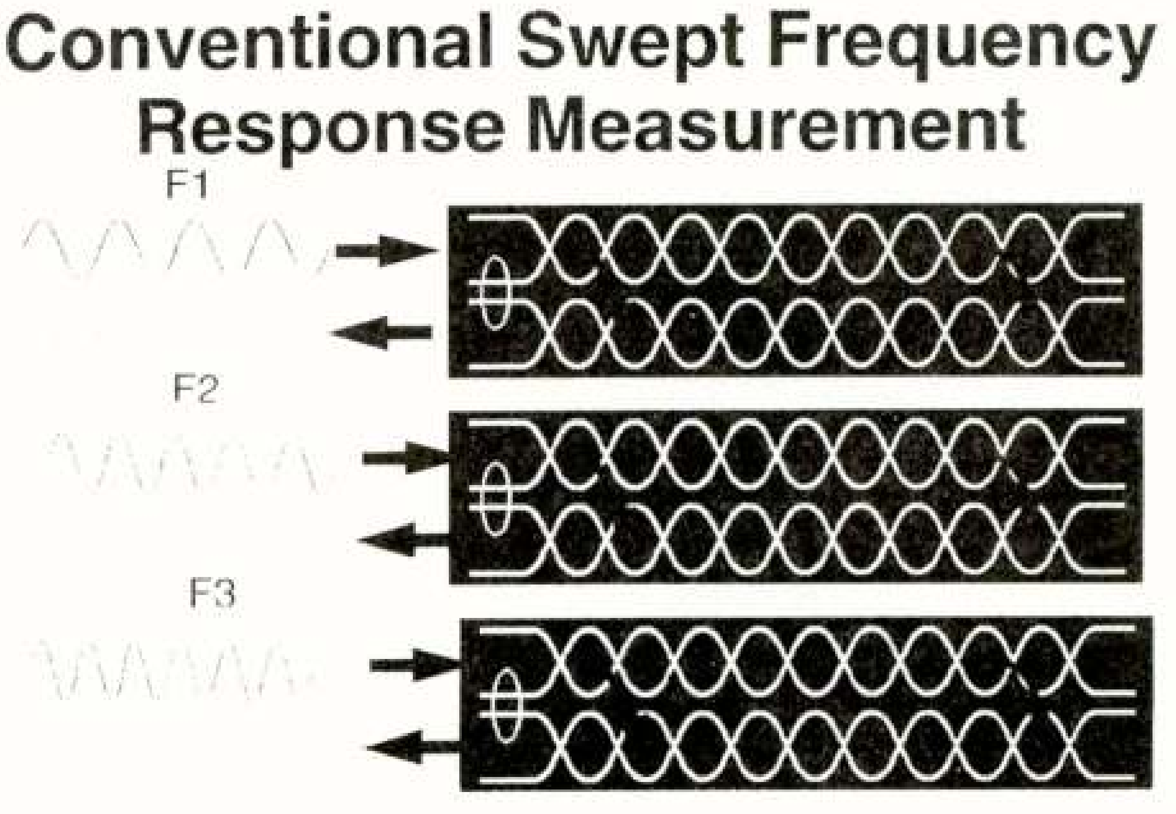
De grote uitdaging nu is deze *links* nauwkeurig te testen op hun parameters. Van deze parameters is de onderlinge signaaloverspraak (*Near-End Cross Talk, NEXT*) bij data communicatie met getwiste aderparen de meest belangrijke. Helaas is deze overspraak ook de moeilijkste om te meten. Tevens is ze sterk gevoelig voor invloeden van buiten de kabel (*noise, EMS*). Overgangen van aderparen in stekerverbindingen en vooral in verbindingenblokken kunnen een bron van overspraak zijn. Daarnaast is het een speciale kunst een nauwkeurige en betrouwbare overspraak meting uit te voeren dóór een stekerverbinding van patch cord of gebruikers kabel terwijl de overspraak van deze verbinding bij het eindresultaat niet 'meetelt'.

Hieraan moet nog aan worden toegevoegd dat ook de tijd die een installateur nodig heeft een *link* te testen een belangrijke rol speelt. Testtijden zijn al aanzienlijk gedaald van zo'n 4 minuten tot minder dan 1 minuut, doch verdere daling (ca. 18-20 sec. tijd is geld) is nodig.

Ook niet te verwaarlozen is de factor 'vakmanschap' bij het aanleggen van bekabelingssystemen. De bijdrage aan signaaloverspraak bij slecht aangelegde verbindingen is zeer groot, dus waar het dan vooral op aan komt is het lokaliseren van fouten; op welke afstand en wat is en precies aan de hand om snel en effectief de fout te kunnen herstellen.



Figuur 4.
Merk op dat er over het totale frequentie bereik in de signaaloverspraak (next) kurve veel scherpe pieken te zien zijn. Men moet dus op zeer veel punten een meting verrichten om geen van deze pieken te missen; anders gezegd een testapparaat moet een voldoende aantal frequentie stappen meten. Merk ook op dat ISO Link Limiet meer overspraak duldt dan TIA, maar dat wordt weer door een andere parameter (Attentuation to Crosstalk Ratio,ACR) gecompenseerd. (zie Referentie 4)

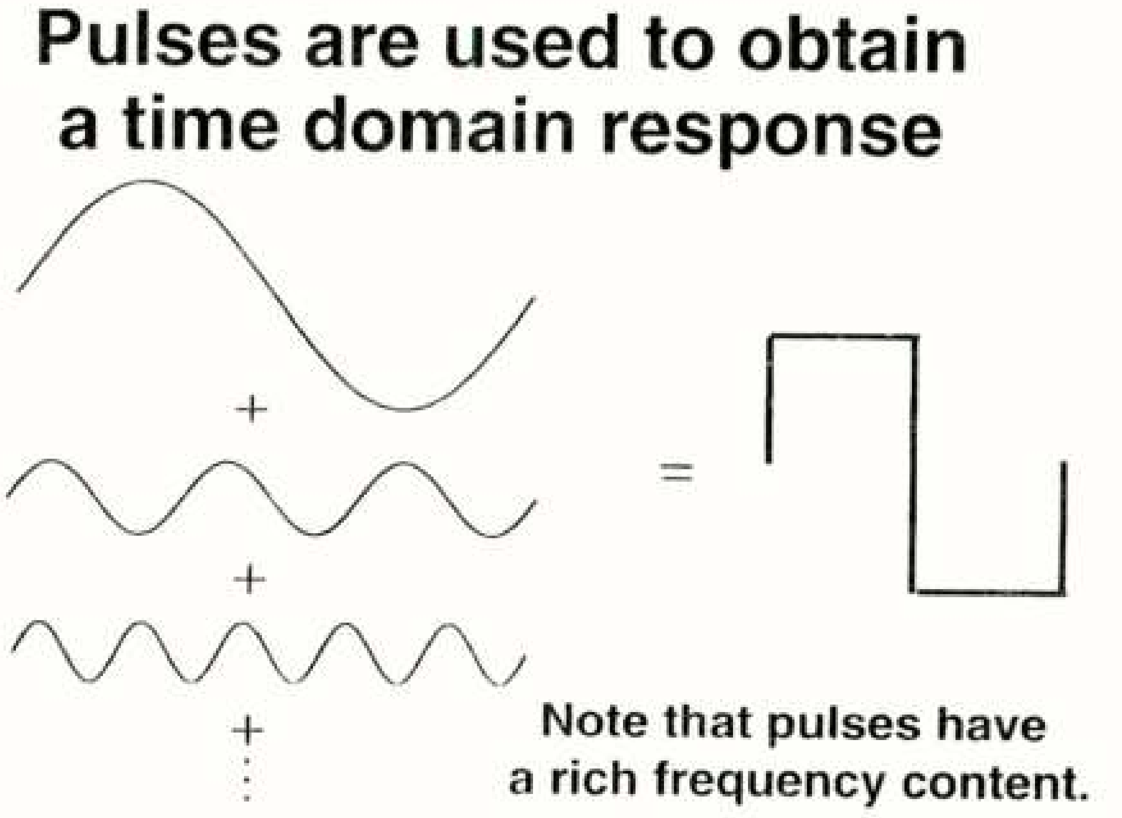


Figuur 5.
De meeste parameters genoemd in de standaards zijn een funktie van frequentie, zoals bv. signaaldemping en

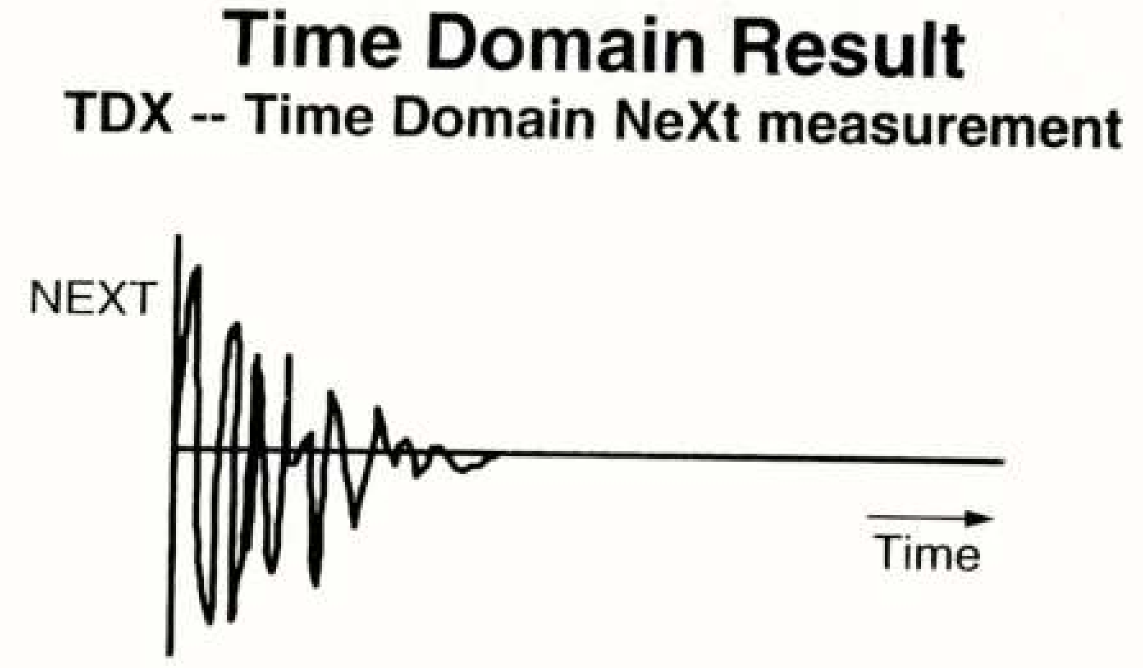
overspraak. In feite zijn de meeste laboratorium apparaten om de parameters te meten zogeheten Network Analyzers. Zij gebruiken de Swept Frequentie Response methode.
De tester geeft een signaal F1 bij de laagste frequentie. De tester meet de response. De tester verhoogt de frequentie. Deze stappen F2, F3 herhalen zich totdat de hoogste frequentie is bereikt.
De snelheid van de meting hangt af van het aantal frequenties waarmee de responses worden gemeten. Hangt ondermeer af van de verwerkingstijd van het meetapparaat en van het aantal aderparen die men moet meten.

3.Tijd Domein Response (TDR) Meting.

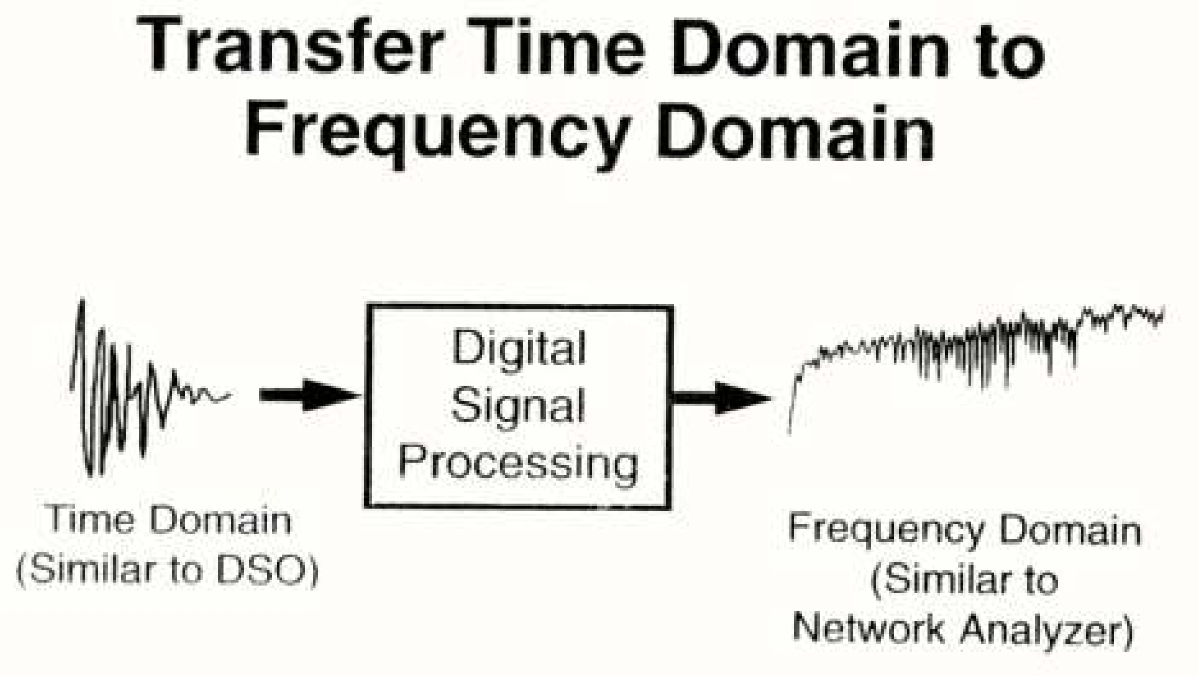
Hoewel het testen met TDR een bekende technologie is, is de toepassing ervan voor het testen van getwiste aderparen nieuw. De hierboven genoemde standaards bieden namelijk ruimte voor andere meet- en testtechnieken. TDR biedt aanzienlijke voordelen boven de traditionele *sweep* frequentie methode, zoals ongelofelijk veel sneller meten, uitgebreide diagnose mogelijkheden bij het resultaat verwerken, state-of-the-art nauwkeurigheid zelfs wanneer er dóór patch- of gebruikers kabelstekers getest wordt. Het is juist op deze punten waarvoor de Fluke kabeltester DSP-100 is ontworpen.(figuur 9).
De tijd *samples* worden gebruikt om de equivalente frequentie response te berekenen met behulp van Digital Signal Prosessing en Fast Fourier Tranformatie. De DSP methode biedt daarbij tegelijkertijd de mogelijkheid om de ongewenste overspraak bijdrage van de begin en eind stekerverbindingen te berekenen en deze waarden uit het eindresultaat te elimineren.



Figuur 6.
Voor het meten van de parameters zendt het testapparaat een reeks van impulsen in één van beide aderparen en meet de responses in het tijddomein.



Figuur 7.
Merk op dat de response voor een gebruiker van de tester niet erg veel betekent. Maar een DSP chip berekent de parameters hieruit, welke vergeleken worden met de eisen in de standaards.



Figuur 8.
Omzetting van de TDR-response in een frequentiespectrum. De uitkomst van het tijd domein is dezelfde als van een swept frequentie meting. Via DSP wordt het tijddomeinsignaal 'vertaald' in een spectrum in het frequentiedomein. Dit eenmalig gemeten spectrum beantwoordt qua meet-nauwkeurigheid (125kHz) ruimschoots aan de eisen in de standaarden die frequentiemetingen met stapjes kleiner dan150 kHz (van 1 tot 31,25 MHz) respectievelijk stapjes kleiner dan 250 kHz (31,25 Mhz en hoger) voorschrijft

Daar de signaaloverspraak (*next*) parameter de meest belangrijke en tevens de meest moeilijke is om nauwkeurig te meten,'beperk' ik me in de verdere verhandelingen en voorbeelden tot deze overspraak. Voor de andere parameters zoals demping, ACR, Return Loss ed. verwijs ik graag naar de standaarden en de Fluke literatuur genoemd aan het eind van dit artikel.

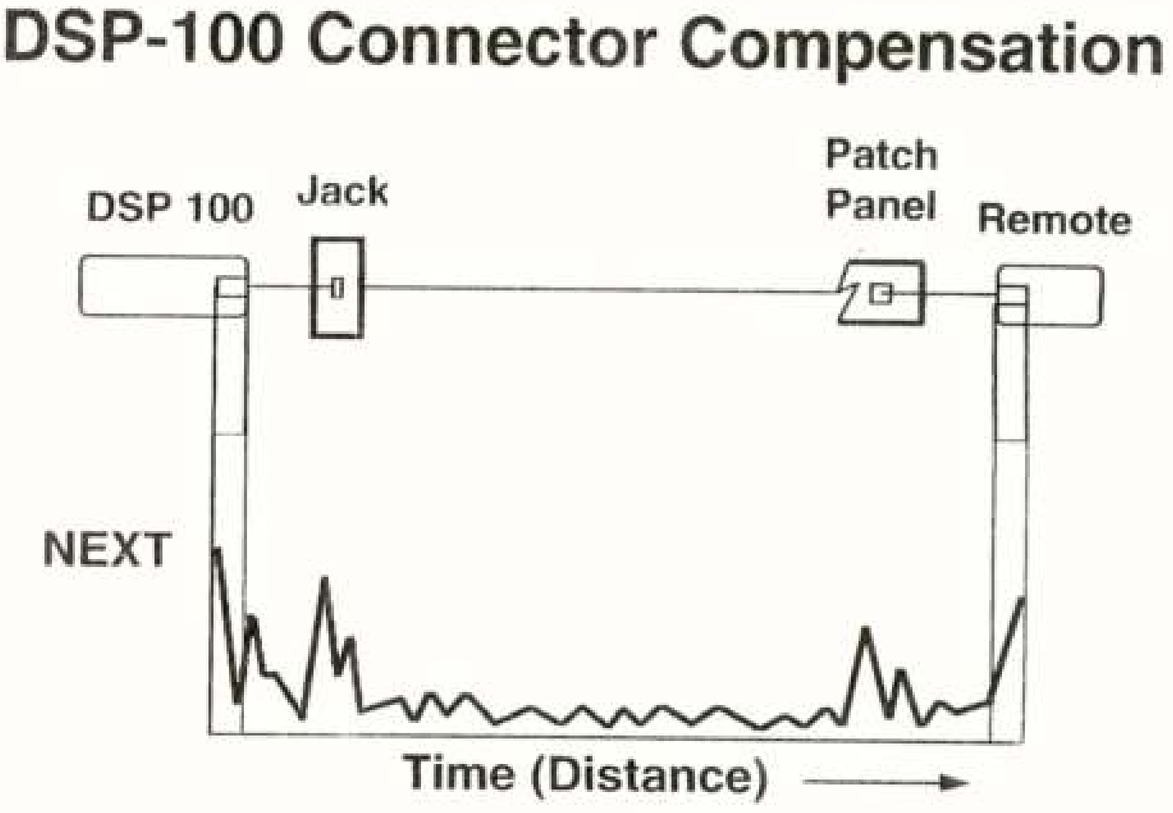


Figuur 9.
Foto van de DSP-100 Fluke Kabel Tester.
Merk op dat de DSP-100 wordt vergezeld van een 'standaard remote unit' om de diverse metingen uit te voeren. (niet op deze foto)

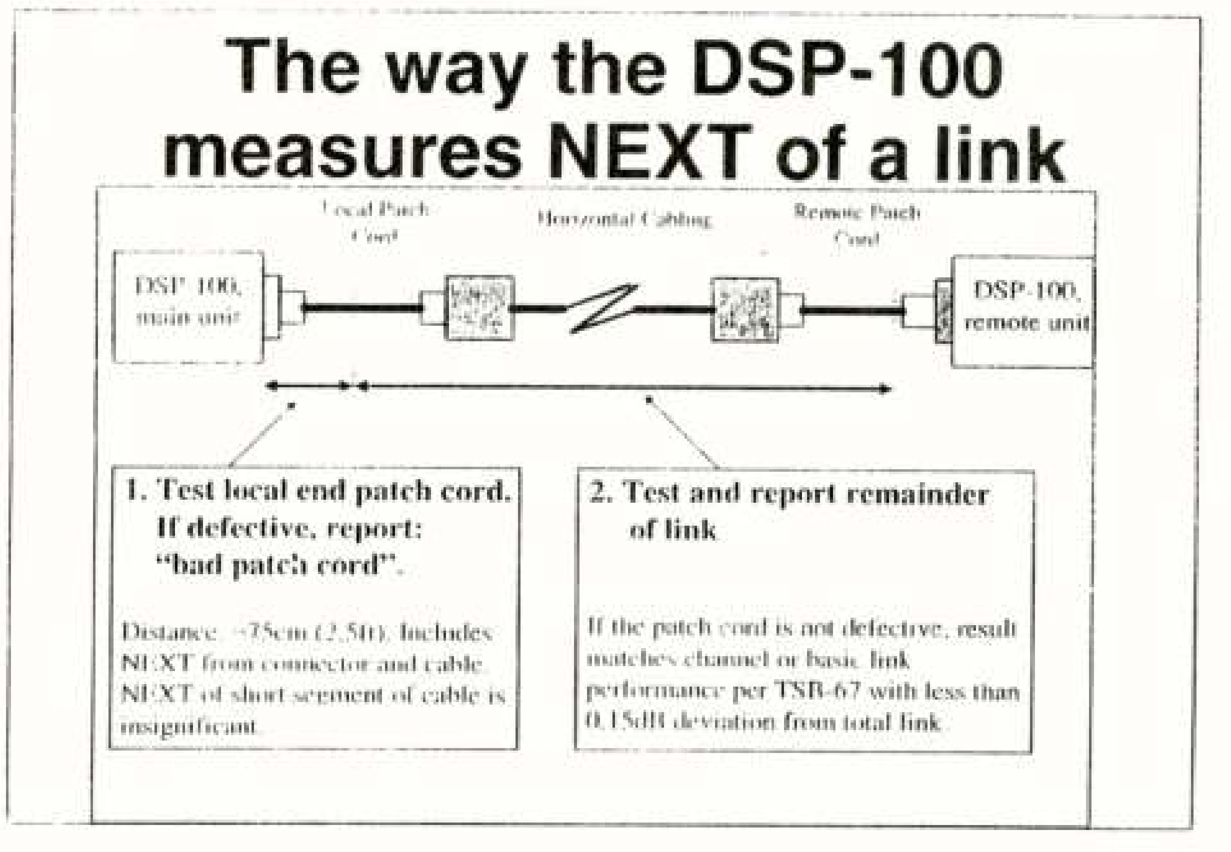
Zoals reeds hierboven is behandeld worden de stekerverbindingen aan het begin en aan het einde van een *link* niet meegerekend in het resultaat van een meting.
Om de TIA Basic link te testen gebruikt de tester zijn eigen patch cords stekerverbinding. Om de vereiste hoge nauwkeurigheid te halen zijn er enige alternatieven:

- een speciaal patch cord met aan de tester kant een 'low-next' DB-9 type connector en aan de link een RJ-45 type connector.
- een speciaal module dat in de tester steekt en een max. 2 meter lange kabel heeft welke uitsteekt met een RJ-45 type connector.
- een normaal 2 meter patch cord met in de tester een DSP techniek dat de next bijdrage van de tester stekerverbinding elimineert.

Om de TIA Channel en de ISO link te testen gebruikt de tester uitsluitend de kabels met RJ-45 stekerverbinding van de eindgebruiker.
Een speciale 'low-next' techniek of iets dergelijks biedt hier geen uitkomst. De enige hoog nauwkeurige meet-methode kan hier DSP connector eliminatie (*connector compensation*) zijn.



Figuur 10.
Merk op dat de bijdrage van de overspraak van de tester stekerverbinding meteen (in tijd) wordt gezien. Door een gepatenteerde techniek in de DSP-100 wordt deze ongewenste bijdrage zowel aan het begin als aan het eind van de link weggenomen voordat de Fast Fourier Transformatie plaatsvindt om de link te testen.



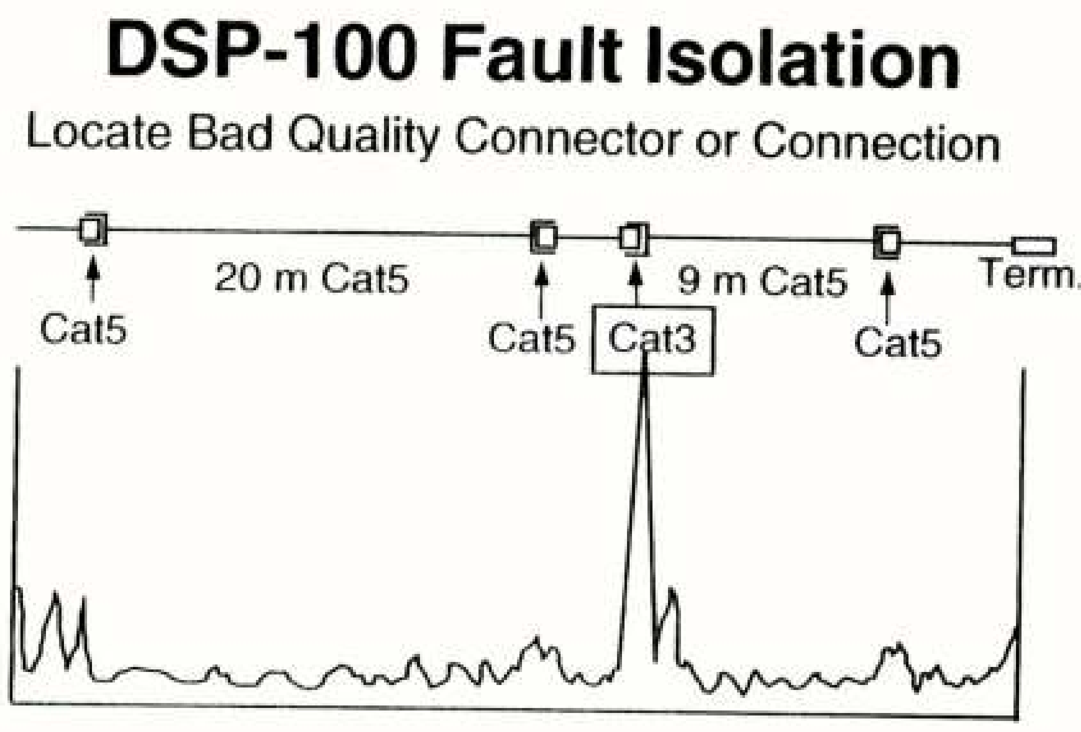
Figuur 11.

- *een impuls response (in tijd domein) wordt verkregen.*
- *de response van de lokale stekerverbinding (en een aansluitend gedeelte van ongeveer 75 cm patch cord) wordt berekend. Is er meer overspraak dan verwacht dan volgt een waarschuwing dat de lokale stekerverbinding niet goed is.*
- *Indien geen probleem dan wordt in een tweede stap de overspraak van de link gemeten zonder de bijdrage van de begin- en eind stekerverbindingen..*

Opgemerkt dient te worden dat de standaarden een *next* meting vereisen die aan beide kanten van een link wordt uitgevoerd. De DSP-100 heeft de mogelijkheid deze twee onafhankelijke metingen met een zogeheten 'smart remote unit' in 'één keer' uit te voeren.

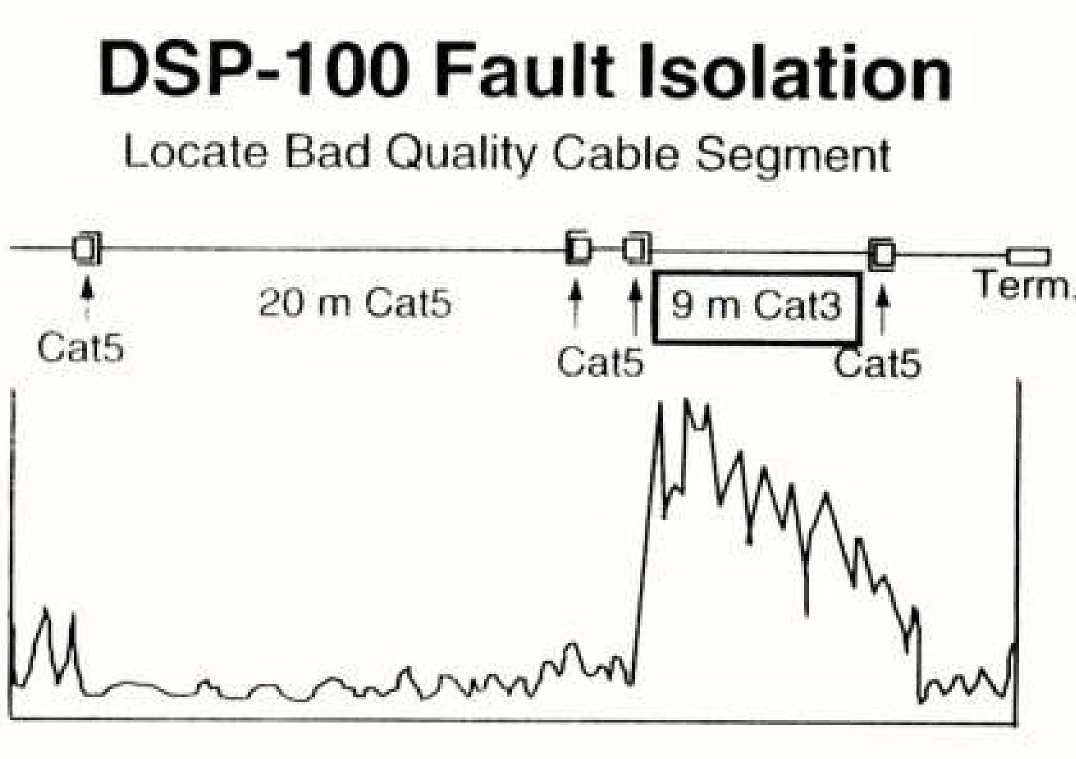
4. Fout zoeken

Met een DSP-100 kabel tester kan men de meetresultaten van de link registreren op het LCD beeldscherm. Dat kan in tabelvorm alsmede op een grafische wijze. Juist bij het lokaliseren van fouten is een grafiek zeer tijd besparend.



Figuur 12

In dit voorbeeld ziet men een scherpe piek op 29 meter van de tester. De oorzaak kan een slechte stekerverbinding zijn of het gebruik van een categorie 3 type connector, maar ook kan slecht 'vakmanschap' hier een rol spelen.



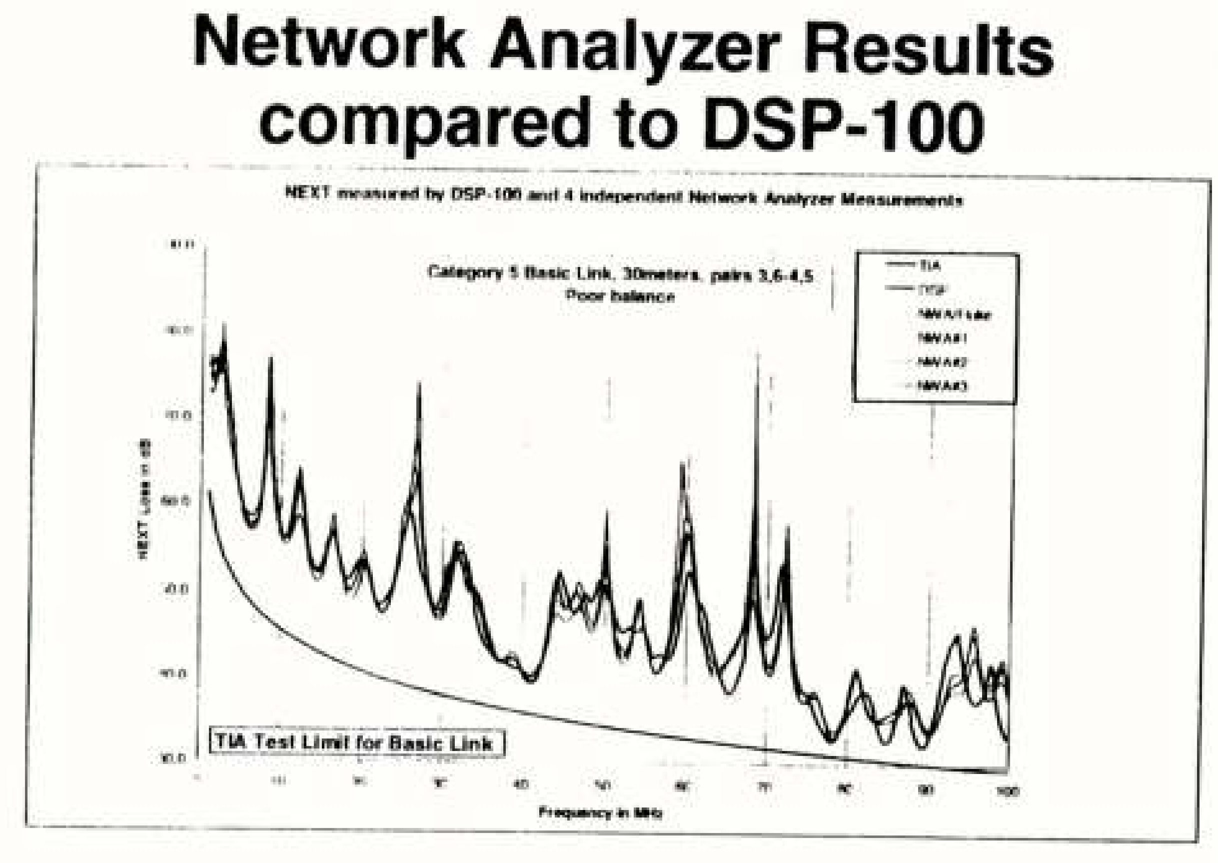
Figuur 13.

In dit voorbeeld is te zien dat na ruim 20 meter over een lengte van 9 meter de overspraak veel te groot is. Dit duidt op een verkeerd type kabel (bv categorie 3). Merk ook op dat dit niet wordt bemerkt met een TDR meting omdat er geen impedantie verandering (anomalie) hoeft op te treden, daar beide kabels een karakteristieke impedantie van b.v. 100 ohm kunnen hebben.

5. Nauwkeurigheid

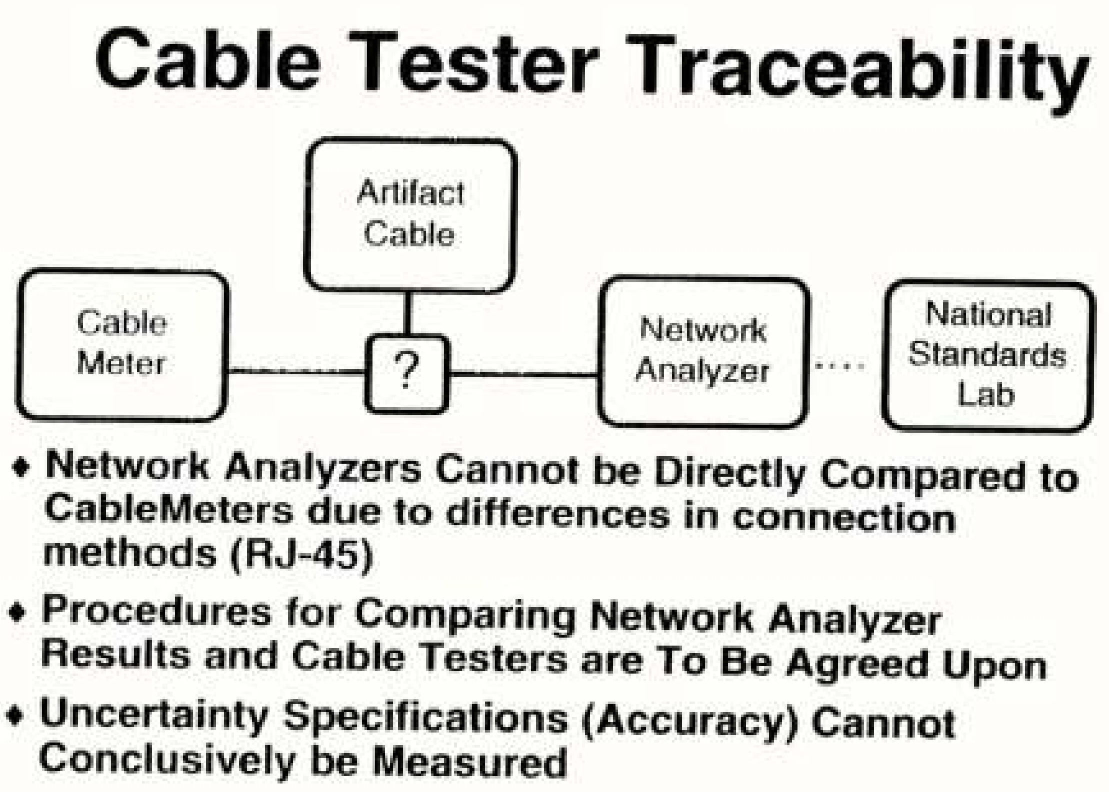
De TIA TSB-67 heeft twee nivo's meetnauwkeurigheid vastgelegd. Accuracy Level I en II. Hierbij is Level II de meest stringente. De DSP-100 voldoet zowel voor de Basic link als ook voor de Channel link aan deze Level II eisen. Bv. voor overspraak (*next*) is de nauwkeurigheid:

- Channel Next	± 1,5 dB
- Basic Link Next	± 1,6 dB
- Demping (Attenuation)	± 1,0 dB



Figuur 14.

Merk op dat de de DSP-100 (dikste lijn) zeer goed de next variaties van de TIA standaard volgt, gemeten door diverse onafhankelijke organisaties gebruik makend van Netwerk Analyzer (NWA) apparatuur. (bron H. Koeman, zie literatuur 2)



Figuur 15

De herleidbaarheid van de nauwkeurigheden naar de (inter)-nationale ijkstandaarden worden door de kalibraties als zodanig voor een bepaalde periode gegarandeerd.

Om de gespecificeerde nauwkeurigheid van de tester te handhaven dient men het instrument van tijd tot tijd te laten kalibreren. De kalibratienormen zijn in de TIA Annex A van de nieuwe standaard beschreven. Deze periode bedraagt bij de DSP-100 één jaar.

6. Complete testroutines voor diverse typen LAN-kabels.

De DSP-100 is geschikt voor diverse typen kabels zoals UTP, FTP, ScTP, 10Base5, 10Base2, RG-58, RG-59 Foam core, GR-62 en vele andere.

Het geheugen van de tester kan 500 complete testresultaten bevatten. Een softwarepakket genaamd DSPLink staat de installateur ter beschikking om alle opgeslagen testresultaten naar een PC over te brengen voor eventuele verdere verwerking.

Referenties:

[1] TIA Standard TIA/EIA-568-A
[2] ASTM Standard ASTM D-4566-1994
[3] TIA Telecommunications Service Bulletin (TSB)-67
[4] ISO/IEC Standard ISO/IEC IS-11801
[5] CENELEC TC115 Report prEN50173
[6] IEC Standard IEC 1156-1994

Geraadpleegde literatuur:

[1] Conte, Robert A. en Shariff, Masood A., "Can Performance Be Downloaded Into Field Test Instruments?", BICSI Annual Fall Conference 1994, p. 45-56.
[2] J.S. Bottman en H.Koeman, "Link Testing In The Time Domain And Performance Advantages Over Swept Frequency Measurements", Fluke Corporation, Everett, WA, USA
[3] Koeman, Henriecus, "How to gain confidence in your UTP cable tester", Cabling Installation and Maintenance, March 1994, p. 39-42.

Voor meer informatie, brochures en demonstraties kunt U contact opnemen met
Fluke Nederland B.V., Science Park 5110, Eindhoven
telefoon 040-267-81-00, fax 040-267-81-11.

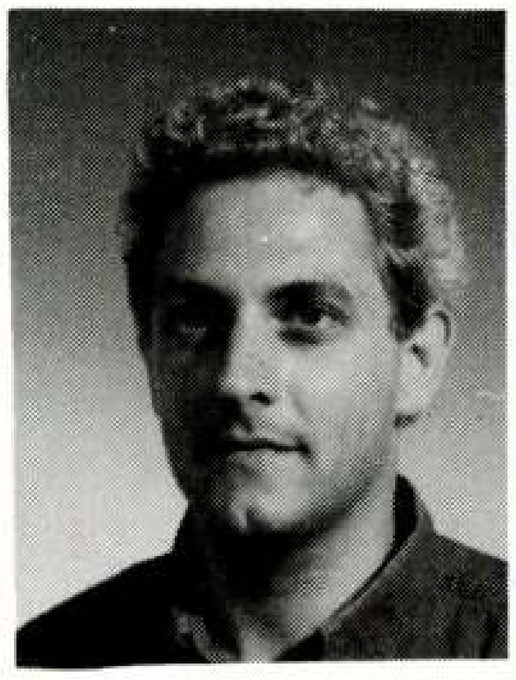
Auteur:
H.Masselink
Fluke Europe B.V. Science Park 5110, Eindhoven
Fluke Networks Department
telefoon 040-267-82-47, fax 040-267-82-40
e-mail hmasseli@ehv.nl.fluke.nl

Voordracht gehouden tijdens de 435e werkvergadering

THE BASICS OF SOURCE CODING

Marcel Breeuwer
Philips Research WY82
Prof. Holstlaan 4
5656 AA Eindhoven

Tel. +31-40-742478, Fax. +31-40-744675
Email: breeuwer@prl.philips.nl



Abstract

The Morse code in telegraphy, the bandwidth limitation of speech in telephony and the well known principle of picture-by-picture registration of moving scenes in film have one thing in common: they are all rudimentary but successful attempts to represent, transmit or store information efficiently. Nowadays we call this kind of processing, in which efficiency comes first, `source coding'. Over the last few years enormous progress has been made in this field, especially since digital signals and digital signal processing have become common assets. Sophisticated source coding is no longer -distance communication.
Nowadays source coding is restricted to professional applications like space exploration and long entering our everyday lives in applications such as DCC, CD-I, HDTV and mobile telephony. Source coding extends the limits of what is economically feasible by carefully using rare or costly resources such as bandwidth and memory space. Therefore we can expect to meet source coding in the future in ever more products.

The relevance of source coding

Boldly stated, source coding in signal processing can help to make the seemingly impossible, possible -- and in an affordable way. For example, source coding has been crucial to the realization of digital sound recording for consumer applications in the new Digital Compact Cassette (DCC) system or, for that matter, in the rival MiniDisc system. In DCC each sound sample requires only 4 bits on average, compared to 16 bits in the non-source-coded Compact Disc (CD) system.

When the public telephone network switched over from analog to digital transmission each telephone conversation required 64 kbit/s in either direction; now a fraction of this can do. This is extremely important for creating solutions for the exploding demand for mobile communication. Moreover, a CCITT (Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique) standard (H.261) has been established for source-coding image signals so drastically that the original 64 kbit/s now suffice for image signals in videophone applications.

In the Compact Disc Interactive (CD-I) system source coding is extensively used to provide a trade-off between the quality of sounds stored and the memory capacity required. Several degrees of source coding for sound (ranging from 88 kbit/s to 706 kbit/s) are available to choose from in the editing phase of a disc. In the Photo-CD system each and every photo is available in several versions with different degrees of source coding; at display, one of the coded versions is chosen, depending on the purpose of display and on the time that is allowed for reconstruction ('decoding') of the photo image.

Source coding has also made it possible to store Full-Motion Video on CD-I discs; this enables the storage of a colour movie including stereo sound at the same rate of about 1.4 Mbit/s as was used in the original CD-Audio system for sound only! Still another major application of source coding is in the field of video and television. Digital television (TV) and high-definition television (HDTV) transmissions and recordings would be unpractically expensive for mass applications, if they did not include extensive source coding: current professional digital HDTV recording (without source coding) requires some 1.2 Gbit/s. There are many, many more important applications that highly depend on source coding, like facsimile transmission and Digital Audio Broadcasting (DAB). This short survey simply cannot be exhaustive.

However, it should suffice to prove the relevance of source coding.

Backgrounds

Theoretically, most sources of sound, image and text are far from ideal: they deliver information that is not represented in the most efficient way or contains elements that are not essential for the intended human perception. Simple examples are sound frequencies and visual details that cannot (or need not) be perceived, and --perhaps less obvious-- sequences of text characters with unequal probabilities of occurrence of the individual characters. For direct 'use' of the information by humans, this is generally no drawback. However, if the information has to be processed, transmitted or stored by technical means, often scarce or expensive resources such as bandwidth, memory space, chip area and time are required. Then increasing the efficiency of representation by means of source coding can greatly pay-off.

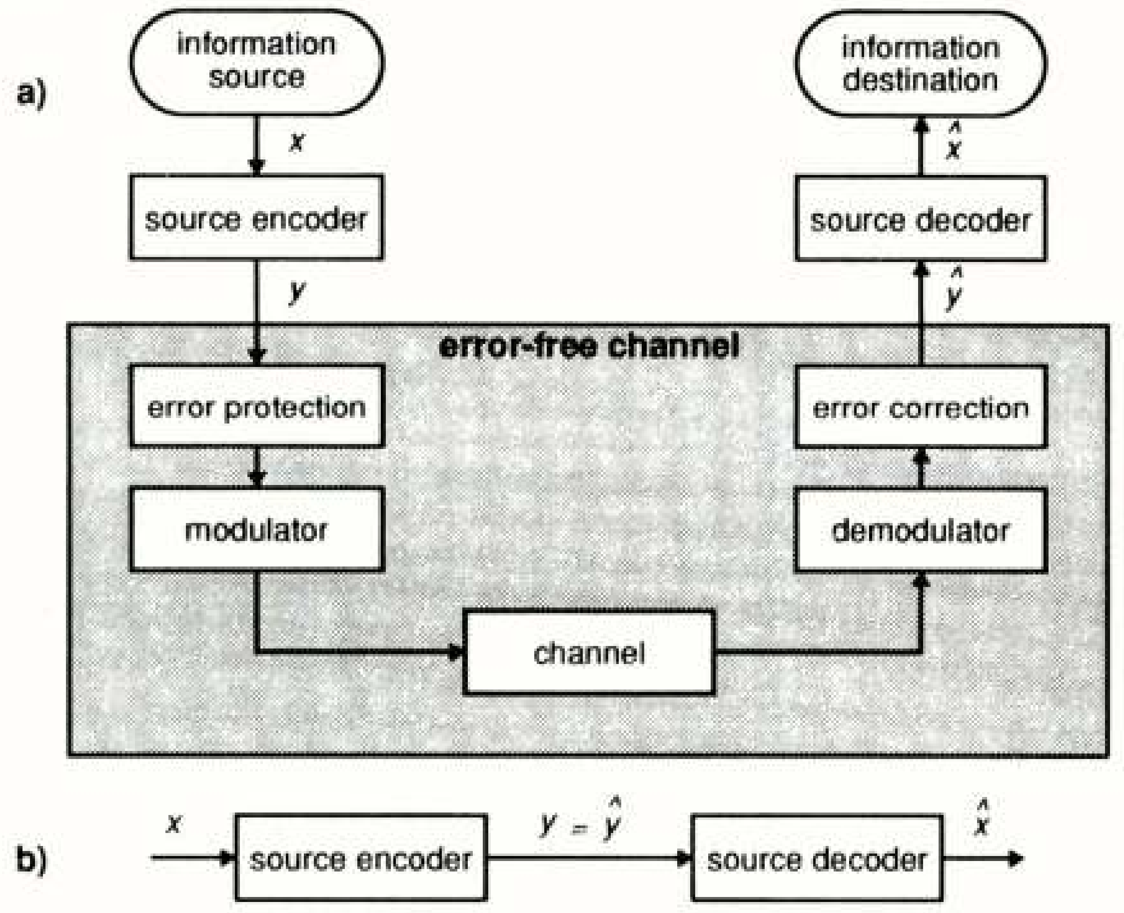


Figure 1 - a) General block diagram of a transmission or storage system,
b) simplified source-coding system.

x = original signal
y = source-coded signal
$\hat{x}$ = reconstructed signal

Nowadays almost all sophisticated types of source coding are performed on a digital version of the information, and any initial analog-to-digital conversion is considered an integral part of the source. This explains some popular alternative names for source coding, like bit-rate reduction, data reduction and data compression. We can draw a generic block diagram for all transmission and storage systems that we want to consider (Figure 1a). The actual transmission or storage medium (a coaxial cable, the atmosphere, an optical fibre, a magnetic tape, a CD, etc.) is called the 'channel'. Before entering the channel, the signal carrying the information is made to optimally match the physical properties of the channel (in the 'modulator'). Also, special provisions are made (in the 'error protection encoder') to allow the detection and correction of the errors that unavoidably occur in real-life channels. At the receiving side a 'demodulator' and an 'error correction decoder' complement the operations at the transmission side.
In this way we obtain a fully digital, virtual 'error-free channel' that provides the source decoder with an exact copy $\hat{y}$ of the output signal y of the source encoder. The source decoder will convert $\hat{y}$ into $\hat{x}$ which should be a good approximation (in some sense) to the original signal x. For considerations on source coding we can now use the simplified diagram of Figure 1b, that only contains a source encoder and a source decoder, both of which are fully digital.

Redundancy, irrelevancy and distortion

The two most important phenomena that form the basis of source coding are: *redundancy* and *irrelevancy*.

Many sources deliver signals which are represented with more bits per second than is strictly necessary. In terms of information theory, this is called *redundancy*. Source coding can reduce this redundancy and yield a new representation of the information with fewer bits per second. This is a reversible process: in principle a source decoder can be devised that recovers the original input signal of the source encoder. Therefore this type of source coding is called *lossless coding*.

The following gives a simple example of the reduction of redundancy by so-called variable-length coding. Assume an information source that can produce four different symbols: A, B, C and D. These symbols can be coded with 2 bits, for instance by assigning one of the codewords 00, 01, 10 and 11 to each of the symbols. Assume further that the symbols A, B, C and D do not occur equally often, but have a probability of occurrence of 3/4, 1/8, 1/16 and 1/16, respectively. This means that in a long sequence of symbols from this source approximately 3/4 is A, 1/8 is B, etc. Using codewords of different lengths (*variable-length coding*, also called *statistical coding* or *entropy coding*) for the various symbols, we can reduce the average bit rate. For instance, if we code A, B, C and D as 0, 10, 110 and 111, respectively, we obtain an average bit rate of (3/4)x1 + (1/8)x2 + (1/16)x3 + (1/16)x3 = 1.375 bits per symbol. So, by exploiting redundancy, we have reduced the bit rate by a factor of 2/1.375 = 1.45.

The second basis for source coding, *irrelevancy*, stems from the fact that perfect reconstruction of the source encoder input signal x at the output of the source decoder is often not required: differences up to a certain degree are either acceptable or even imperceptible to the (human) end user. This fact, too, can be exploited to find a signal representation that requires fewer bits per second. Reducing irrelevancy, however, is an irreversible process: once performed, the operation can never be undone. The irreversible difference that is introduced is called *distortion*, and the theory that relates this distortion to the obtainable degree of source coding is called *'rate distortion theory'*.

The following gives a simple example of the reduction of irrelevancy by means of quantization. In the Compact Disc digital audio system 16-bit audio samples are used, which allow for a

signal-to-noise ratio as high as 96 dB (6 dB for each bit). If we are listening to this sound in an environment with a considerable amount of background noise, the softer parts will not be heard at all. In fact, a signal with a maximum signal-to-noise ratio of about 60 dB might well be sufficient. This means that a digital signal with 10-bit samples would sound equally well. So, in this particular environment, the six 'least significant' bits of the Compact Disc signal do not contribute to the perception. In other words: they are irrelevant and could be removed by quantization. In this way the total number of bits representing the music would be reduced by a factor of 1.6.

Quantizing and coding

For the analysis of source-coding systems, we can introduce a number of standard building blocks, performing the basic functions.

Removing irrelevancy is generally done in a *quantizer*. This is a functional block (Q) that maps an input quantity with a large range of possible values onto an output quantity with a smaller range of values. An everyday example of this is rounding an amount of money to the nearest integer number of units, e.g. replacing $ 5.35 by $ 5. Quantization is per definition irreversible. Still, one often talks about *inverse quantization* or *reconstruction* in a reconstructor block (R). What is meant by this, is returning to the original representation as closely as possible. In the money example this would mean: converting the rounded result of $ 5 to $ 5.00; this only suggests the original accuracy, without really restoring it.

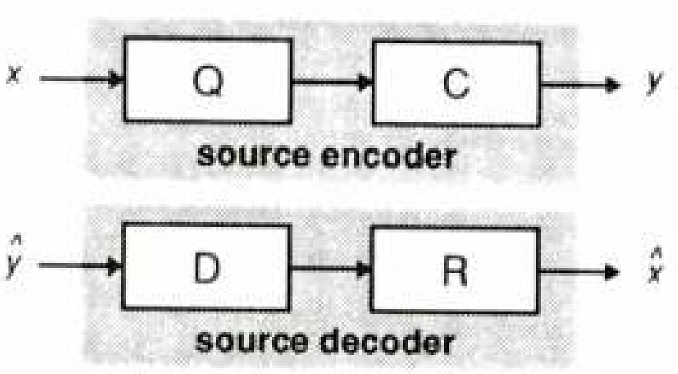


Figure 2. Source coding system with quantizer Q, coder C, decoder D and reconstructor R.

Removal and restoration of redundancy in source-coding systems is done in two standard blocks that we will simply call the *coder* (C) and the *decoder* (D). This gives rise to the simple block diagram of figure 2. One indication that a signal representation is redundant, is that all possible signal values or possible symbols do not occur equally often (or, stated more mathematically, do not have the same probability of occurrence). This was one of the basic elements of Morse's telegraph alphabet. More sophisticated methods also make use of other statistical properties of signals, like mutual dependence of subsequent signal values or symbols. For example, if long sequences of identical symbols can be expected, it is advantageous to code only the changes and the distances between them (*run-length coding*). If it is known that a signal generally varies only slowly, it is advantageous to code the true signal values only incidentally and to code the changes much more frequently (*differential coding, predictive coding)*.

Transformation

Trying to build a source-coding system using only the basic blocks from Figure 2 is not always very successful. Especially high-performance source coding requires the introduction of a *transformation* block (T) in the source encoder and the corresponding *inverse-transformation* (T^{-1}) block in the source decoder (Figure 3). In the transformation a reversible change in signal representation is performed, which makes subsequent quantizing and coding much more effective. Well-known transformations are orthogonal transforms (like the *Discrete Cosine Transform* or DCT) for images and splitting in adjacent frequency bands *(subband filtering)* for sound.

The use of transformations can yield an additional advantage. Direct quantization mostly adds uncorrelated distortion ('noise') to the input information. The characteristics of the human senses, like thresholds and masking effects, determine how much noise is still acceptable. It turns out that, with the right transformation, human perception can be exploited to introduce only distortion with a low perceptibility *(noise shaping)*.

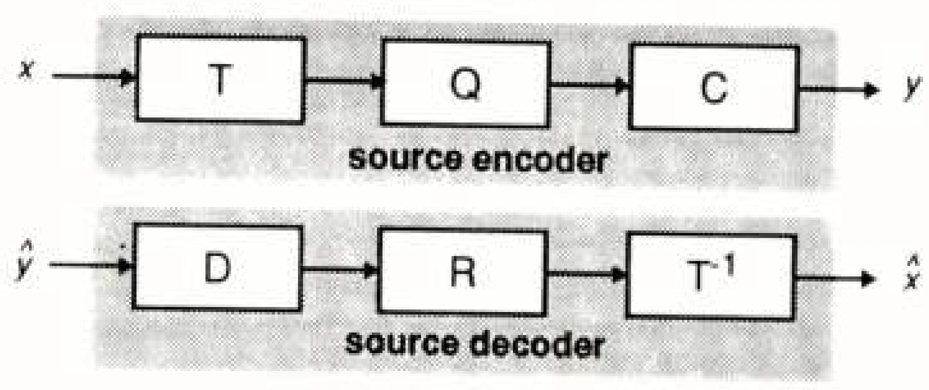


Figure 3 - Source coding system of figure 2, extended with transformation block T and inverse transformation block T^{-1}

Varying sources

In real life the properties of an information-carrying signal often vary. With speech, for example, temporal changes can be observed in power, in frequency distribution and in fundamental frequency ('pitch'). This has led to the idea of *adaptive source coding*, in which the properties of the uncoded signal are analysed and used for adapting the source-coding process.

In images, source coding of moving parts and stationary parts should be different, both because human perception differs and because redundancy rules are different. Recently this has caused a boost in *motion estimation,* which should make it possible to detect where moving parts occur in a scene. Then motion vectors can be used to encode movements or displacements.

These types of processing have greatly improved the effectiveness of source coding.

Concluding remarks

Some important aspects of source coding have not been touched upon in this article. Examples are the *delay* occurring during processing, the *complexity* of the hardware and the *sensitivity*

to deviations from the source properties on which a particular source-coding scheme is premised.

However global the preceding considerations may have been, they will have underlined how broad a discipline source coding is: it heavily relies upon statistics, digital signal processing, signal theory, information theory and, last but not least, human-perception know-how.

Acknowledgements

The author gratefully acknowledges N.A.M. Verhoeckx from the Philips Research Publicity Department, Eindhoven, The Netherlands and R.N.J. Veldhuis from the Institute for Perception Research, Eindhoven, The Netherlands for their contributions to this article.

For further reading

[1] N.S. Jayant and P. Noll,
Digital coding of waveforms,
Prentice Hall, New York, 1984.

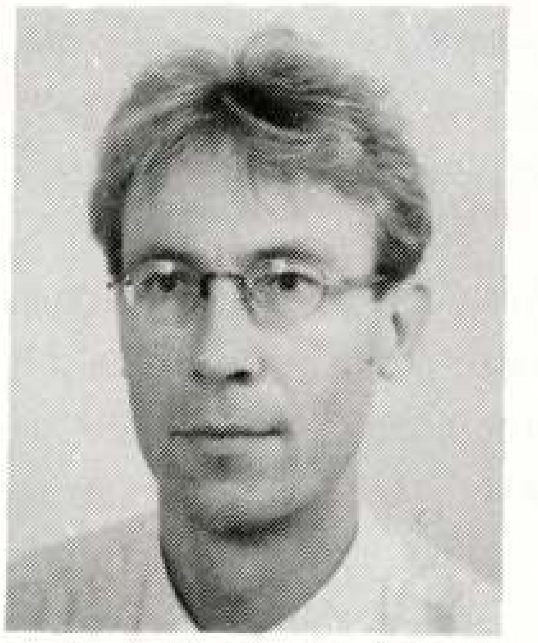
[2] A.N. Netravali and B.G. Haskell,
Digital pictures,
Plenum Press, 1988.

[3] M. Rabbani and P.W. Jones,
Digital image compression techniques,
SPIE Optical Engineering Press, 1991.

[4] R.N.J. Veldhuis and M. Breeuwer,
An introduction to source coding,
Prentice Hall, New York, 1993.

Voordracht gehouden tijdens de 437e werkvergadering

DE TOEPASBAARHEID VAN LORAN-C IN EUROPA



Ed van Bremen
RWS Meetkundige Dienst
Ministerie van Verkeer en Waterstaat

In deze bijdrage wordt de Europese Loran-C ontwikkeling beschreven aan de hand van 8 vragen.

1. Wie zijn de deelnemers?

In Europa wordt van overheidswege gewerkt aan de ontwikkeling van een op Loran-C gebaseerde infrastructuur voor aëronautische, maritieme en landmobiele plaatsbepaling.

Momenteel kunnen een vijftal projekten worden onderscheiden. Het betreft de regio's:
- Noordwest-Europa (NELS: NW-European Loran-C System),
- Zuid-Europa (SELS: South European Loran-C System),
- Westelijk GOS (WCS: Western CIS/Chayka System),
- Zwarte Zeegebied (koppeling SELS en WCS),
- Oostzeegebied (koppeling NELS en WCS).

Het NELS (zenders) wordt beheerd door Noorwegen, Frankrijk, Duitsland, Ierland en Denemarken en het WCS door Rusland, Oekraïne en Wit-Rusland. Over beschikbaarheid en beheer van SELS moeten nog afspraken worden gemaakt tussen Italië, Spanje, Portugal, Turkije en Frankrijk. Ook de Europese Commissie is bij de ontwikkelingen betrokken. Haar inbreng berust op het besluit "on Radionavigation Systems for Europe". Het doel van dit EU-beleid is de toepasbaarheid van Loran-C in de Europese kustwateren. Zo is de EC als waarnemer betrokken bij het NELS en als coördinator bij de onderhandelingen omtrent het SELS en met het GOS.

2. Hoe is Nederland betrokken?

Het ministerie van Verkeer en Waterstaat is verantwoordelijk voor de voorbereiding en uitvoering van het Nederlandse beleid. Namens het ministerie ondernemen de Directie Goederenvervoer en de Meetkundige Dienst de volgende aktiviteiten:
- toezien op de uitvoering van het NELS projekt,
- toezien op de efficiënte benutting van de NELS middelen,
- bijdragen aan beslissingen van het NELS "Steering Committee",
- optreden als nationaal aanspreekpunt voor NELS,
- monitoren van het gebruik en gebruikswensen,
- specificeren en waarborgen van de service,
- optimaliseren van het dekkingsgebied op het vasteland,
- anticiperen op toekomstige overeenkomsten,
- bijdragen aan research/development.

Uitgangspunt is het belang van Loran-C voor het wegvervoer. De belangstelling werd in 1991 bij de doelgroep getoetst via de enquête "Electronische plaatsbepaling en EDI in het goederenvervoer over de weg". Om die reden levert Nederland een aktieve bijdrage aan de ontwikkeling en beschikbaarstelling van het NELS. De financiële verplichting is begroot op 5% van het geheel.

3. Wat is Loran-C?

Het begrip Loran-C duidt op een technologie, een infrastructuur en bepaalde radiodiensten.
Loran-C als technologie maakt gebruik van de voortplantings-eigenschappen van radiogolven met een frequentie van 100 kHz.
Loran-C als infrastructuur wordt aan de basis gevormd door aardgebonden radiozenders. Drie tot zes zenders vormen een keten. Eén, of meerdere ketens vormen een systeem. Een ander onderdeel van een systeem betreft de bewaking van de uitzendtijdstippen.
Verder is Loran-C een radiodienst, ondersteunend aan meerdere vormen van mobiele plaatsbepaling. De basiskwaliteit van de plaats-bepaling is afhankelijk van de - via de Loran signalen - geleverde plaatsbepalingsgegevens en van de signaalontvangst. Voor eventuele kwaliteitsverbetering, bijv. (absolute) nauwkeurigheid en integriteit, zijn aanvullende gegevens nodig.

4. Wat is NELS?

NELS kan worden beschouwd als systeem, als specificatie en als service.
In de internationale overeenkomst wordt NELS beschreven als systeem met een bepaald dekkingsgebied. De geprojecteerde regio berust op de beschikbaarheid van 15 signalen, uitgezonden vanaf 9 zenders, gegroepeerd in 4 ketens. (Zie bijlage I voor het te verwachten dekkingsgebied.)
Sinds de ondertekening van de overeenkomst (1992) wordt gewerkt aan de ontwikkeling van de infrastructuur. Vier zenders werden eind 1994 overgenomen van de USCG; twee zenders werden ingebracht door de Franse Marine. Sindsdien verzorgen de aangewezen zenderbeheerders de uitzendingen. Momenteel kunnen 13 experimentele signalen worden ontvangen.

In het verlengde van de overeenkomst zijn de systeemparameters en de beoogde kwaliteit van de uitzendingen gedefinieerd. Op basis daarvan zijn twee specificaties opgesteld ten behoeve van een gefaseerde introductie van de service.

Het verschil tussen beide specificaties wordt bepaald door de wijze waarop de uitzendtijdstippen zullen worden bewaakt. Uiteindelijk zullen alle uitzendtijdstippen ten opzichte van UTC worden gesynchroniseerd. Deze nieuwe, Europese techniek wordt aangeduid met Time-of-Emission (TOE) controle. De gebruiker kan dan beschikken over 15 plaatsbepalingsgegevens ("pseudo-ranges"). Tot dat moment wordt gebruik gemaakt van een standaard, Amerikaanse methode, gebaseerd op System Area Monitoring (SAM). Dit levert zowel een ander type en minder plaatsbepalingsgegevens (nl. maximaal 11 "time-differences", of TD's).

De service doorloopt de volgende ontwikkelingsstadia:
- Een experimentele fase,
- Zogenaamde Extended Interim Control van 9 TD's,
- Extended Interim Control (NELS EIC) van 11 TD's,
- De TOE-gebaseerde (NELS TOE) service.

5. Wat kost het gebruik van NELS?

Het NELS wordt ontwikkeld, beheerd en geëxploiteerd door overheden. Deze (nuts-)diensten worden gratis aangeboden. Dit kost de Nederlandse belastingbetaler een kwartje per jaar. De gebruikskosten worden dus bepaald door de Loran-C sensor en de toepassingsspecifieke voorzieningen. De gemiddelde investering wordt geschat op ca. 2500 gulden. (N.B.: In EU-verband wordt wenselijkheid/mogelijkheid van kostendoorberekening bestudeerd.)

6. Wat is de Loran-C dienstverlening?

Loran-C is een vorm van radioplaatsbepaling. De technologie stelt de gebruiker op ieder gewenst moment in staat zijn positie, koers en snelheid te bepalen.
De betreffende diensten kunnen worden toegepast in uiteenlopende processen, zoals het trans-port, surveying en meteorologie, de visserij en in relatie tot communicatienetwerken. Zo kunnen een vijftal functies worden onderscheiden, nl.: (1) navigatie, (2) lokalisatie, (3) puntsbepaling, (4) tijd-/frequentiebepaling, en (5) als alternatief voor, of een noodzakelijke aanvulling op, andere (electronische) hulpmiddelen (bijv.: GPS, electronische kaart, gids-/radarbakens).

Met name de functies navigatie en lokalisatie zijn van belang voor het verkeer en vervoer.
Bij navigatie gaat het om voertuigbesturing, beloodsing en verkeers(be)geleiding. Met behulp van de plaatsbepaling kan de bestemming veilig en vlot worden bereikt.
Bij lokalisatie gaat het om "surveillance", "tracking&tracing" en "search&rescue". Radioplaatsbepaling verbetert de kwaliteit van de logistieke dienstverlening en van verkeersbeheersing.

Het nivo van de dienstverlening is afhankelijk van de getroffen voorzieningen/maatregelen. Zo is voor bepaalde toepassingen ook een vorm van datacommunicatie nodig.
Voor de plaatsbepaling wordt gebruik gemaakt van zogenaamde basis- en aanvullende gegevens. Welke gegevens gewenst zijn, wordt bepaald door het plaatsbepalingsproces. Zo kunnen navigatiedienst(en), lokatiedienst(en), of positiedienst(en) worden onderscheiden.
Andere bepalende factoren daarbij zijn: (a) leveringsvoorwaarden, (b) afspraken tussen aanbiedende partijen, (c) afspraken met gebruikers, (d) kwalitatieve/kwantitatieve specificaties, (e) fysische en fysieke beperkingen, en (f) regelgeving, frequentiebeheer en zendvergunning.
De dienstverlening kan dus meerdere, op elkaar afgestemde radiodiensten omvatten. Bovendien kunnen gegevens via andere media (kaarten, e.d.) beschikbaar worden gesteld. (Zie bijlage II voor een overzicht van diensten en voorwaarden.)

Afhankelijk van de toegepaste gebruiksapparatuur levert Loran-C de (eind)gebruiker één van de volgende plaatsbepalingsprodukten (en kwaliteiten):
- Loran-C coördinaten, (herhalingsnauwkeurigheid)
- geografische en/of kaartcoördinaten, (absolute nauwkeurigheid)
- snelheidsvector en/of bestemmingsindikatie, (relatieve nauwkeurigheid)
- extra TD's en/of PR's. (overbepaaldheid: zie bijlage IV)

7. Wat kunt U verwachten van de NW-Europese service?

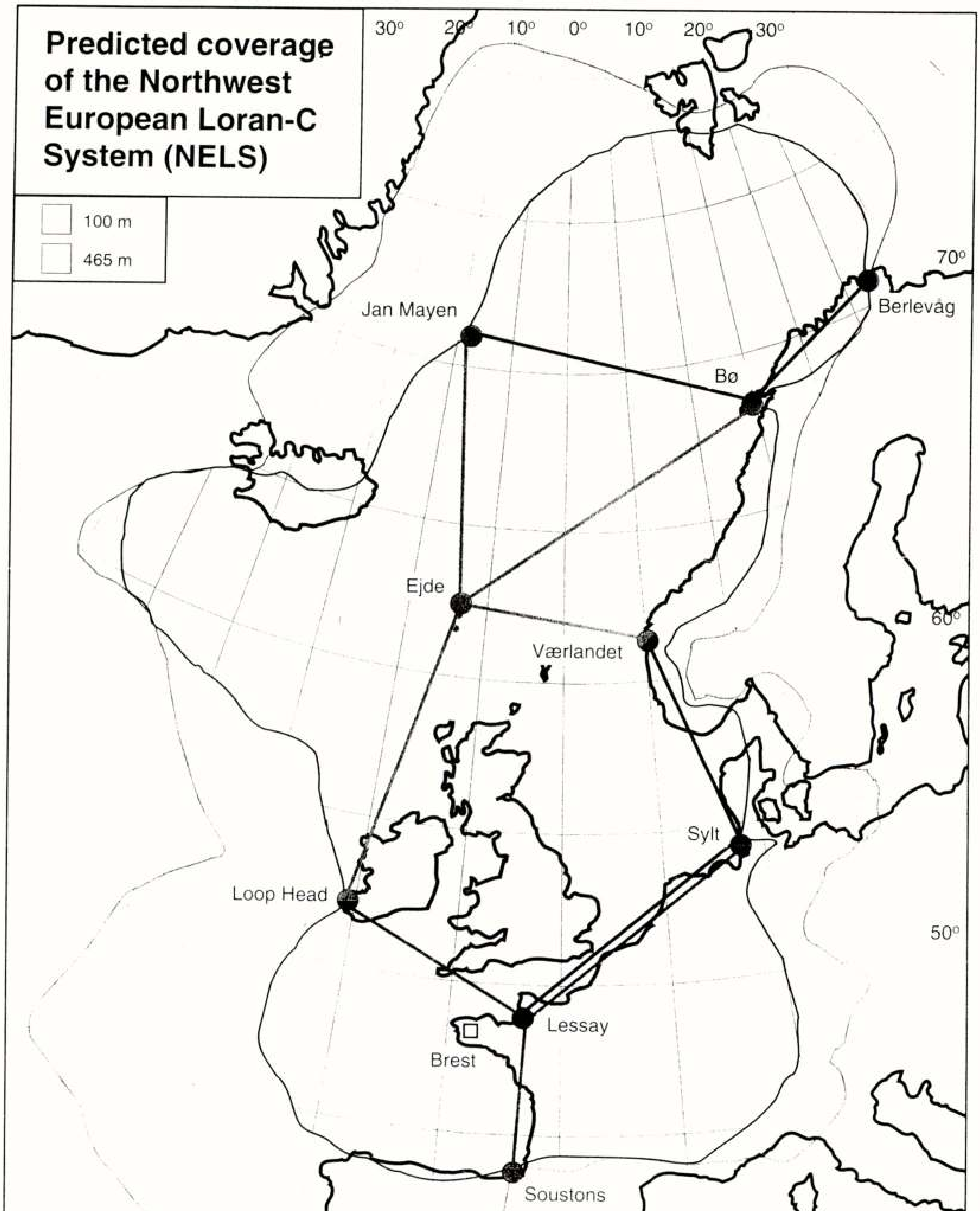
Volgens afspraak zal de service tot 2002 beschikbaar zijn. Het streven is per 1-1-96 de EIC-fase te laten ingaan. Deze "positiedienst" biedt standaard, single-chain plaatsbepaling. In de Benelux is ook dual-chain plaatsbepaling mogelijk. In dat geval kan men over ca. 5 TD's beschikken. Inherent aan de Loran-C frequentie wordt de beschikbaarheid vrijwel alleen beperkt door de nabijheid van sterke electromagnetische velden (hoogspanningsleidingen). Ook van invloed zijn eventuele onderhoudswerkzaamheden en bepaalde vormen van interferentie.

8. Welke initiatieven staan op de Europese agenda?

In Europees verband (EU en GOS) wordt gewerkt aan de (verdere) ontwikkeling van het dekkingsgebied en van een (aanvullende) maritieme navigatiedienst(en). (Zie bijlage III voor een overzicht van de infrastructurele plannen.) Ook wordt geanticipeerd op de geïntegreerde toepassing van GPS en Loran-C. Intussen ontwikkelen onderzoeksinstituten (m.n. de TUD) concepten voor de benodigde ontvangertechnologie.

Bijlage I

Het geprojecteerde NELS dekkingsgebied



□ Control center

Bijlage II

Loran-C (radio)diensten

Standaard:
* Time-Differences (TD's)
* Overbepaaldheid, single-chain (beperkt)
* Overbepaaldheid, dual-chain
* Frequentiereferentie, single-chain
* Integriteit ("blinking")

Optioneel:
* Pseudo-Ranges (PR's)
* Overbepaaldheid
* Tijdreferentie, multi-chain
* dLoran-C en/of dGPS

Leveringsvoorwaarden

Standaard:
* onbeperkt aantal gelijktijdige gebruikers
* prompte en continue plaatsbepaling
* gratis signaalontvangst
* eenduidigheid

Afhankelijk van het systeem:
* aantal beschikbare TD's/PR's
* maritiem en/of inland dekkingsgebied

Door de (systeem/service)beheerder:
* serviceduur en eventuele gebruiksheffingen
* signaalbeschikbaarheid en blinking-/bewakingsmethode
* specificatie van nauwkeurigheid en betrouwbaarheid
* specificatie van systeemparameters

Toepassingsgerichte maatregelen

Door gebruiker /gebruiksapparatuur /diensten-leverancier:
* propagatie-model/-correcties
* interferentie-onderdrukking
* "(receiver autonomous) integrity monitoring"

Door systeembeheerder:
* minimaliseren signaalonderbrekingen
* minimaliseren interferentiegevoeligheid
* bewaking van uitzendtijdstippen
* optimaliseren blinking-procedure

Door (inter)nationale autoriteiten:
* berichtgevingen
* "(receiver) minimum performance standards"
* wet- en/of regelgeving (certificering)
* minimaliseren van interferentiebronnen

Bijlage III

Ontwikkelingsprogramma van de Europese infrastructuur (onder voorbehoud)

1995: beëindiging experimentele NELS service

1996: start van de NELS EIC-service

overeenkomst m.b.t. SELS

overeenkomst m.b.t. Zwarte Zeegebied

onderdelen van SELS (Middellandse Zee) in werking

ontwikkeling van NELS-zender in Ierland (Loop Head)

1997: completering van de NELS EIC-service (Loop Head)

overeenkomst m.b.t. Oostzeegebied

uitbreiden en moderniseren van SELS

1998: start van de NELS TOE-service

EU-beleid m.b.t. NELS en SELS in werking

aanvang modernisering van het WCS

realisatie Oostzee dekkingsgebied

realisatie Zwarte Zee dekkingsgebied

1999: completering SELS dekkingsgebied

2000: afronding modernisering WCS

2002: herziening van de NELS overeenkomst

Bijlage IV

Begripsverklaringen

Meer informatie vindt U in de publicaties "Inventarisatie Radioplaatsbepalingssystemen" en "Nationaal Radionavigatie Plan". Voor lucht- en zeevaart wordt verder verwezen naar de aan-bevelingen en richtlijnen van ICAO, resp. IMO.

Nauwkeurigheid

Onderscheiden worden o.a.: absolute nauwkeurigheid (predictability), herhalingsnauwkeurigheid (repeatability) en relatieve nauwkeurigheid (relative accuracy).

Oorzaken van onnauwkeurigheid zijn: propagatie-anomaliën, cycle-slip en interferentie.
Van invloed op de (geografische, tijdgebonden) verspreiding van onnauwkeurigheid zijn de geometrie en de bewakingsmethode van de uitzendtijdstippen. Beide effecten zijn goed voorspelbaar.

Absolute onnauwkeurigheid hangt samen met de transformatie van Loran-C coördinaten naar de gewenste geografische coördinaten. Voor deze transformatie is een propagatiemodel noodzakelijk. Verdere verbetering kan worden bereikt door lokale correctie van het model. Dit soort gegevens (ASF) kunnen worden aangeboden via een radiodienst (dLoran-C), of in de vorm van een (kaart)bestand.
Bepaalde meetfouten worden veroorzaakt door interferentie van het Loran-signaal en radio-signalen met een frequentie tussen ca. 60 en 140 kHz. Zo zijn bepaalde Decca- en Tijdzenders potentiële stoorbronnen. Afhankelijk van de toegepaste ontvangertechnologie moeten zogenaamde notchfilters worden toegepast.

Betrouwbaarheid

Gerelateerde begrippen zijn o.a.: (signaal)beschikbaarheid, eenduidigheid, integriteit en overbepaaldheid.

Een belangrijk kenmerk van Loran-C is de eenduidigheid. Wel kunnen bepaalde vormen van interferentie in extreme situaties leiden tot cycle-slip.
Van invloed op (on)beschikbaarheid zijn: incidentele onderbreking van de uitzending(en) en lokale stoorbronnen.
Integriteit, i.c. de prompte detectie van onbeschikbaarheid (onnauwkeurigheid), wordt ondersteund door "receiver autonomous integrity monitoring" (RAIM), door "blinking", of door beide methodes.

Overbepaaldheid houdt in dat de gebruiker over meer gegevens (TD's, PR's) kan beschikken dan strikt noodzakelijk is voor de plaatsbepaling. Bekende toepassingen zijn: (a) verbetering van integritiet (RAIM), (b) verbetering van beschikbaarheid, of (c) verbetering van nauwkeurigheid.
Overbepaaldheid kan worden gerealiseerd met behulp van extra Loran-C gegevens (intern), of door middel van geïntegreerde plaatsbepaling (extern). Voorwaarde voor externe overbepaaldheid is interoperabiliteit (van de toegepaste radiodiensten) of interconnectiviteit (van de plaatsbepalingssystemen).

Voordracht gehouden tijdens de 439e werkvergadering

1920 ⇐ 75 JAAR ⇒ 1995

150 Hz <> 30 MHz

NEDERLANDS ELEKTRONICA- EN RADIOGENOOTSCHAP

UITNODIGING

NERG WERKVERGADERING 438

Datum : 31 augustus 1995
Locatie : Omroepmuseum
Gebouw : Viewingzaal
Adres : Oude Amersfoortseweg 121 - 131
Plaats : Hilversum
Tijdstip : 16.00 - 21.00

Onderwerp

Aspecten van Korte- en Middengolf radiotransmissie

In het kader van het jubileumjaar zal het frequentiespectrum doorlopen worden. In deze derde werkvergadering in het jubileumjaar zal aandacht worden besteed aan een aantal aspecten van radio transmissie in het korte en middengolfbereik.
Tevens kan een bezoek worden gebracht aan het omroepmuseum met de wisseltentoonstelling 60 jaar NOZEMA.

PROGRAMMA

16.00 Rondleiding in het Omroepmuseum

17.30 Rondleiding wisseltentoonstelling 60 jaar NOZEMA

18.00 Buffet met Soep, Broodjes en Koffie

19.20 Opening door de avondvoorzitter

19.30 "Korte golf zendtechniek"
H. de Bruin, NOZEMA

20.00 "Korte golf propagatie en ontvangst"
J. Bakhuizen, Radio Wereldomroep

20.30 "EMC aspecten bij Radio Uitzendingen"
dr. J.J. Goedbloed, Philips Research

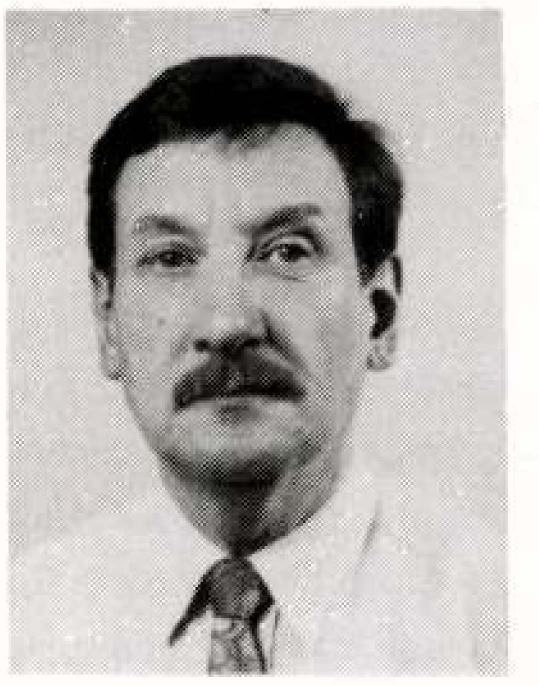
21.00 Afsluiting door de avondvoorzitter

Na afloop bestaat de mogelijkheid van napraten in het Cafe De Nipper in het Omroepmuseum

Aanmelding voor deze dag dient te geschieden door de aanmeldingskaart vóór 24 augustus aanstaande te zenden aan het NERG, Postbus 39, 2260 AA Leidschendam. De kosten voor deze werkvergadering, inclusief broodjes en entree museum is
f 20-, . Deelname aan de rondleidingen door het museum kost *f* 10,- extra. Het totale bedrag dient vóór 24 augustus te zijn ontvangen op girorekening 94746 t.n.v. Penningmeester NERG, Postbus 39, 2260 AA Leidschendam.
Het aantal deelnemers is beperkt tot 100. Tijdstip van ontvangst van aanmelding is beslissend voor deelname. Ala blijkt dat u wegens overtekening niet kunt deelnemen, ontvangt u hierover van ons bericht.

Namens het NERG,
ir. W. van der Bijl (programmamanager NERG)

CODED ORTHOGONAL FREQUENCY DIVISION MULTIPLEX ALS BASIS VOOR DIGITAL AUDIO BROADCASTING EN DIGITAL VIDEO BROADCASTING



Ing. Sjaak Voormanns

Nederlandsche Omroep Zender Maatschappij

Summary

The article discribes a RF transmission technique especially developed to meet the exacting requirements of high bit-rate transmission to vehicular, portable and fixed receivers.
This technique called Coded Orthogonal Frequency Division Multiplex (COFDM) is developed in France within the framework of the EUREKA 147 (Digital Audio Broadcasting) Project.
Its basic principle consists of dividing the information to be transmitted into a large number of, in the case of DAB, 4-DPSK (Differential Phase- Shift Keying) modulated carriers with individual low bit rate, so that the corresponding symbol duration becomes larger than the delay spread of the channel. Then provided that a guard interval is inserted between the succesive symbols, the channel frequency selectivity will not be a cause of intersymbol interference (ISI).
The modulated carriers are derived from the orthogonal base of the Discrete Fourier Transform (DFT) by using a vector of complex coëfficients defining the I an Q components of each element of the base.
COFDM is an excellent technique for use in multipath reception conditions. Due to this property it is also possible to use Single Frequency Networks (SFN) for Digital Audio Broadcasting and Digital Video Broadcasting.
Because each transmitter in a SFN uses the same frequency the system has also a very good frequency spectrum utilization.

1. Introductie

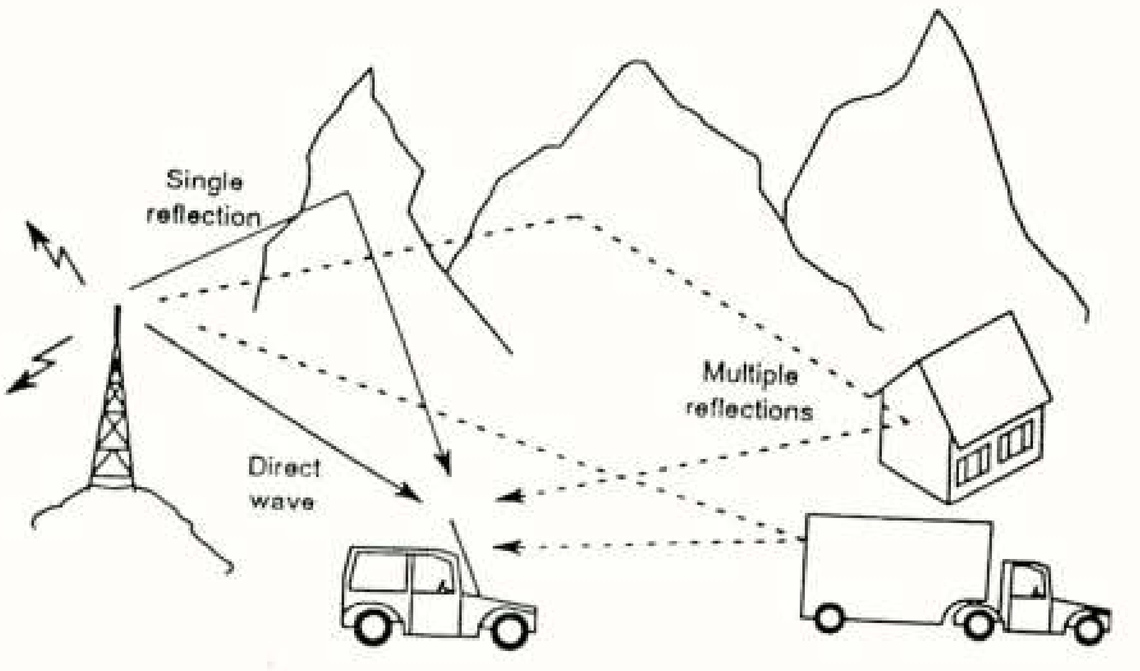
Sedert vele jaren proberen de omroepmaatschappijen met de huidige FM-techniek de luisteraars ook bij portabele en mobiele ontvangst een hoge geluidskwaliteit aan te bieden. De radioluisteraars van vandaag zijn gewend aan Hi-Fi ontvangstkwaliteit met gebruik van goedkope FM stereo-ontvangers.
De ontvangst van FM zenders heeft echter ook enige beperkingen. Deze nadelen zijn de gevoeligheid voor meerwegontvangst (multipath propagation) tijdens mobiele ontvangst en het grote frequentie spectrum gebruik in het bijzonder bij de distributie van landelijke radioprogramma's.
De komst van de CD bracht digitale audio met hoge kwaliteit in vele huiskamers. Daarom ontstond bij omroepen de behoefte om digitaal met dezelfde kwaliteit te kunnen uitzenden en is het redelijk om aan te nemen dat de luisteraars thans ook van hun autoradio deze kwaliteit zonder storing verwachten.

Om aan deze eisen tegemoet te komen en daarbij een oplossing te vinden voor de multipath problemen en het relatief hoge spectrum gebruik van FM, is binnen de Eureka 147 groep in samenwerking met de European Broadcasting Union (EBU) het DAB systeem ontwikkeld.
Dit systeem gebruikt geavanceerde compressie en multiplex technieken voor het uitzenden van audio signalen met naar wens een hoge of gemiddelde kwaliteit, tezamen met programma geascocieerde of onafhankelijke data. Dit is nader toegelicht in het artikel "De meerwaarde van DAB" van Rein Simonse.

Het systeem is vrijwel ongevoelig voor multipath propagatie en maakt mede daardoor storingsvrije mobiele ontvangst ook in stedelijke gebieden mogelijk.
De technische oplossing die daarvoor bij DAB is ontwikkeld is Coded Orthogonal Frequency Multiplex (COFDM).
Bij deze modulatie methode wordt de hoge bit rate data stroom gemoduleerd op een groot aantal smalbandige draaggolven (frequentie multiplex).
Frequentie selectieve fading heeft slechts effect op een klein aantal van deze draaggolven en derhalve op een klein deel van de totale bitstroom. Dit informatieverlies kan hersteld worden door middel van zogenaamde intercarrier interleaving en error corrector decoding.
Aangezien slechts een lage bit rate wordt gebruikt voor elke

draaggolf afzonderlijk zullen de digitale symbolen voldoende lang zijn om de problemen met intersymbool interferentie (ISI) te vermijden.

Omdat COFDM dus uitermate geschikt is om multipath interferentie te niet te doen heeft dit systeem nog een bijzonder aantrekkelijk voordeel. Bij het uitzenden van hetzelfde programma over een aantal verschillende zenders in hetzelfde geografische gebied is het bij DAB niet nodig dat de zenders verschillende frequenties hebben zoals dat bij analoge FM het geval is.
In plaats daarvan kunnen we gebruik maken van een Single Frequency Network (SFN), waarbij alle zenders identieke programma's uitzenden en dezelfde frequentie hebben.
In een dergelijk netwerk zijn er veel multipath propagatie condities onder andere veroorzaakt door gebouwen en bij mobiele ontvangst door andere voertuigen.
Zie figuur 1.
Zoals reeds eerder is vermeld wordt dit probleem excellent opgelost door het gebruik van COFDM.



Figuur 1. Multipath propagatie

2. Digital Audio Broadcasting

Ik zal nu globaal aangeven hoe een DAB zender wordt opgebouwd.
In dit artikel zal niet worden ingegaan op het systeem van aardse Digital Video Broadcasting (DVB-T).
Ook bij DVB-T (aardse uitzending van digitale televisie zal gebruik worden gemaakt van COFDM.

In principe bestaat een DAB zender uit twee op zich zeer complexe eenheden:

- De digitale audio bron coderings eenheid.
  In het EUREKA-147 project is hiervoor het MUSICAM systeem ontwikkeld.
  Dit onderdeel wordt in het artikel "De meerwaarde van DAB" van Rein Simonse behandeld.

- De digitale modulatie eenheid COFDM.
  Daarover handelt dit artikel.

3. Coded Orthogonal Frequency Division Multiplex (COFDM)

Historie

OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex) technologie wordt al ca 30 jaar toegepast en berust op het gebruik van FDM (Frequency Division Multiplex) met overlappende subkanalen.
Aanvankelijk was het gebruik beperkt tot militaire applicaties met name ten behoeve van HF (Hoog Frequent) communicatie mede als gevolg van de voor die tijd complexe technologie. (o.a. grote aantallen zeer stabiele oscillatoren voor de opwekking van de subdraaggolven en coherente demodulatoren).
In de jaren 70 werd voorgesteld om het modulatie en demodulatie proces met behulp van de Discrete Fourier Transformatie (DFT) te realiseren. Complete digitale implementatie met speciale hardware voor de realisatie van de DFT werd mogelijk.
Met de enorme vooruitgang in Very Large Scale Integration (VSLI) technologie kwamen OFDM toepassingen binnen handbereik.
De ontwikkeling van slimme algoritmes verhoogde de rekensnelheid aanzienlijk en betekende dat het aantal DFT berekeningen drastisch werd verminderd. Een bekend algoritme hiervoor is het Cooley-Tukey algoritme. Dit en dergelijke andere algoritmes staan bekend onder de naam Fast Fourier Transformatie (FFT).
Met name de meer recente ontwikkeling van gecodeerde OFDM (COFDM) is voor de distributie van radio en televisie signalen van groot belang geworden.
Bij de ontwikkeling van COFDM heeft het CCETT (Centre Commun d'Etudes de Télécommunications et Télédiffusion) in Frankrijk een cruciale rol gespeeld.
De succesvolle demonstraties met DAB van de laatste paar jaren hebben de verdere ontwikkelingen in de richting van toepassing van COFDM als modulatie methode voor de overdracht van aardse radio en televisie signalen gestuurd.

De behoefte aan een nieuw modulatie systeem voor radio en televisie is ontstaan door :

- De vraag naar betere kwaliteit van met name mobiele en portabele ontvangst

- De noodzaak om tot een efficiënter spectrum gebruik over te gaan

Meer nog dan bij analoge signalen wordt bij digtale overdracht met nieuwe modulatie methoden een zo optimaal mogelijke aanpassing aan het aardse radio kanaal verkregen.

COFDM-principes

Aan het gebruik van COFDM ligt een tweetal principes ten grondslag.

1. De over te dragen informatie wordt uitgesplitst over een groot aantal gemoduleerde draaggolven met individuele lage bitsnelheden (OFDM)

   - de afzonderlijke draaggolven worden gemoduleerd met conventionele digitale modulatie methoden zoals b.v. Quadrature Amplitude Modulation (QAM) bij DVB-T en 4-DPSK bij DAB

   - de draaggolven zijn t.o.v. elkaar orthogonaal gepositioneerd

   - er wordt een zogenaamd guard interval toegevoegd ter voorkoming van Inter Symbool Interferentie

2. Aanpassing aan de meerweg condities in het aardse transmissie kanaal (C) d.m.v.

   - frequentie- en tijdinterleaving

   - convolutie codering en 'softdecision' Viterbi decodering

4. Principes van OFDM modulatie

Omdat bij de uitleg van het principe van OFDM de formules van DFT en FFT worden toegepast zal ik eerst een korte uitleg geven van de DFT.

Zoals bekend zijn de formules van de Fourier Transformatie (Fourierintegraal) voor continue signalen als volgt :

FTC :

$$X(\omega)=\int_{-\infty}^{\infty} x(t)\,e^{-j\omega t}\,dt$$

IFTC (Inverse FTC) :

$$x(t)=\frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty} X(\omega)\,e^{j\omega t}\,d\omega$$

Aangezien we echter bij OFDM met digitale, dus discrete, signalen hebben te maken gebruiken we hier de zogenaamde Discrete Fourier Transformatie voor periodieke signalen en zijn inverse. De formules van de Fast Fourier Transformatie zijn hetzelfde als van de DFT, echter met een zodanig gekozen algoritme dat het aantal berekeningen zeer aanzienlijk wordt verminderd.

DFT en FFT :

$$X_p[k]=\sum_{n=0}^{N-1} x_p[n]\,e^{-j2\pi\frac{kn}{N}}$$

IFTD en IFFT:

$$x_p[n]=\sum_{k=0}^{N-1} X_p[k]\,e^{j2\pi\frac{kn}{N}}$$

Hierin is $x_p[n]$ een periodieke functie en N de periodetijd.
Dat wil zeggen dat voor alle n geldt :
$x_p[n]=x_p[n+lN]$ met $l = 0, \pm1, \pm2, \ldots$

Evenals bij de Fourier Transformatie voor continue signalen het geval is, is de FFT een transformatie van het tijdsdomein naar het frequentiedomein terwijl de IFFT een transformatie is van het frequentiedomein naar het tijdsdomein.

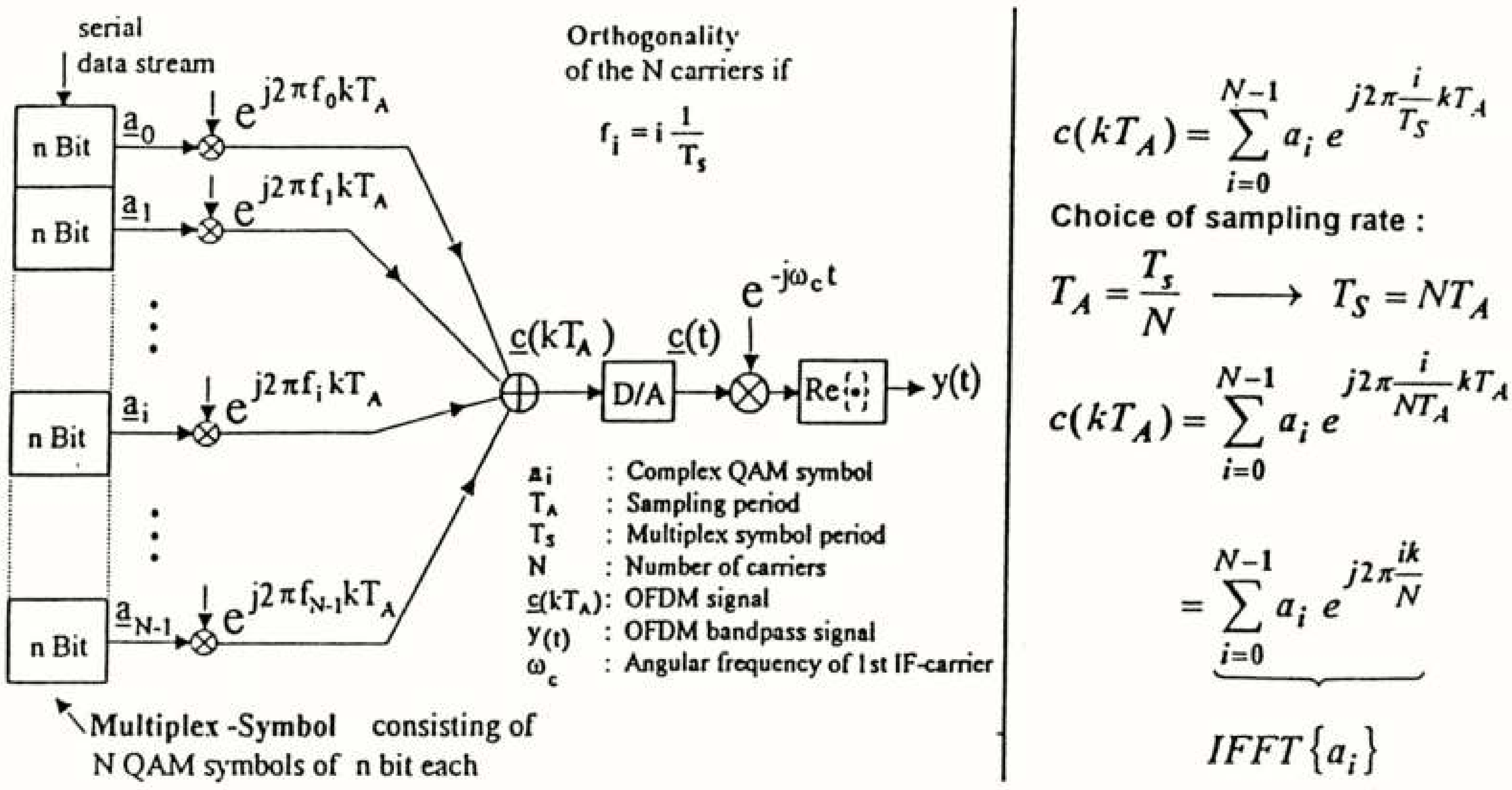
$X_p[k]$ is dus een functie in het frequentiedomein.

k en n zijn de opeenvolgende discrete waarden of monsters van het discrete (digitale) signaal. Voor het gemak is de bemonsteringsfrequentie op 1 Hz gesteld maar natuurlijk kan elke bemonsteringsfrequentie worden gekozen. De parameters k en n moeten dan met bemonsteringsfrequentie cq tijd (reciproke waarde) worden vermenigvuldigd.
Een verdere behandeling over de FFT zou voor dit artikel te ver voeren. Er is echter voldoende literatuur voorhanden ter bestudering van dit onderwerp. [1]
Voor COFDM blijkt de formule van de IFFT van belang te zijn.

In figuur 2 is met een blokschema het principe van OFDM weergegeven. Tevens zijn in het blokschema de formules op een dusdanige wijze weergegeven dat duidelijk is te zien hoe de datastroom in QAM over de afzonderlijke draaggolven wordt verdeeld. Het complexe symbool a_0 geeft aan dat de draaggolf $e^{j2\pi f_0 kT_A}$ met QAM (bijv. 64 QAM) wordt gemoduleerd.

De uitdrukking $e^{j2\pi f_0 kT_A}$ geeft aan dat dit de eerste draaggolf van het OFDM signaal is. De afstand tussen de draaggolven is gelijk aan de sampling periode T_A.

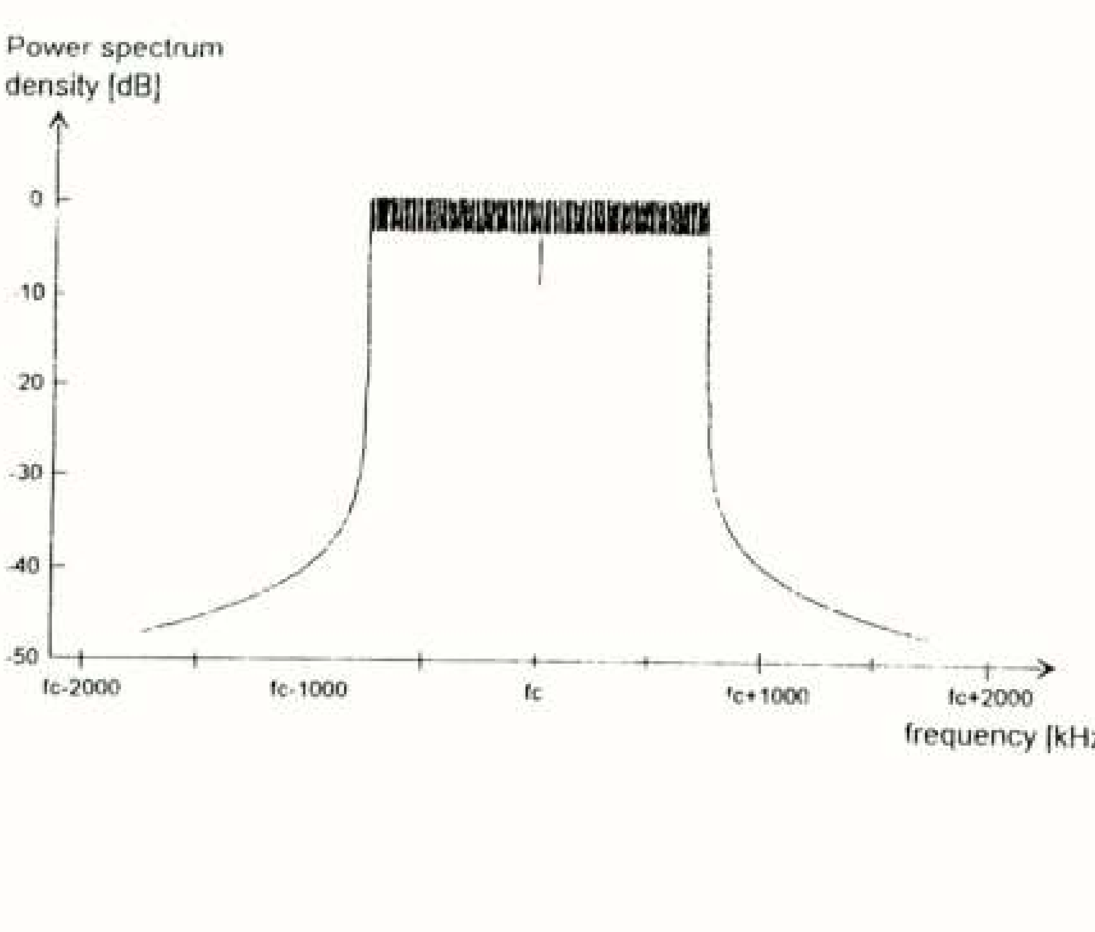
Zoals reeds eerder is opgemerkt zijn de draaggolven onderling orthogonaal. De spectra van de individuele draaggolven overlappen elkaar, maar door het orthogonaliteits arrangement treedt bij de ontvanger, bij exacte afstemming, geen overspraak op. Aan dit orthogonaliteits principe wordt voldaan als de frequentie van de draaggolven onderling op een afstand van $f_i = i * 1/T_s$ staan met $i = 0, 1, 2, 3, \ldots$ en T_s de symbool periode is. In relatie tot de sampling periode T_A geldt:
$T_s = N * T_A$ en N is het aantal draaggolven.
Na optelling van de N draaggolven en converteren naar het



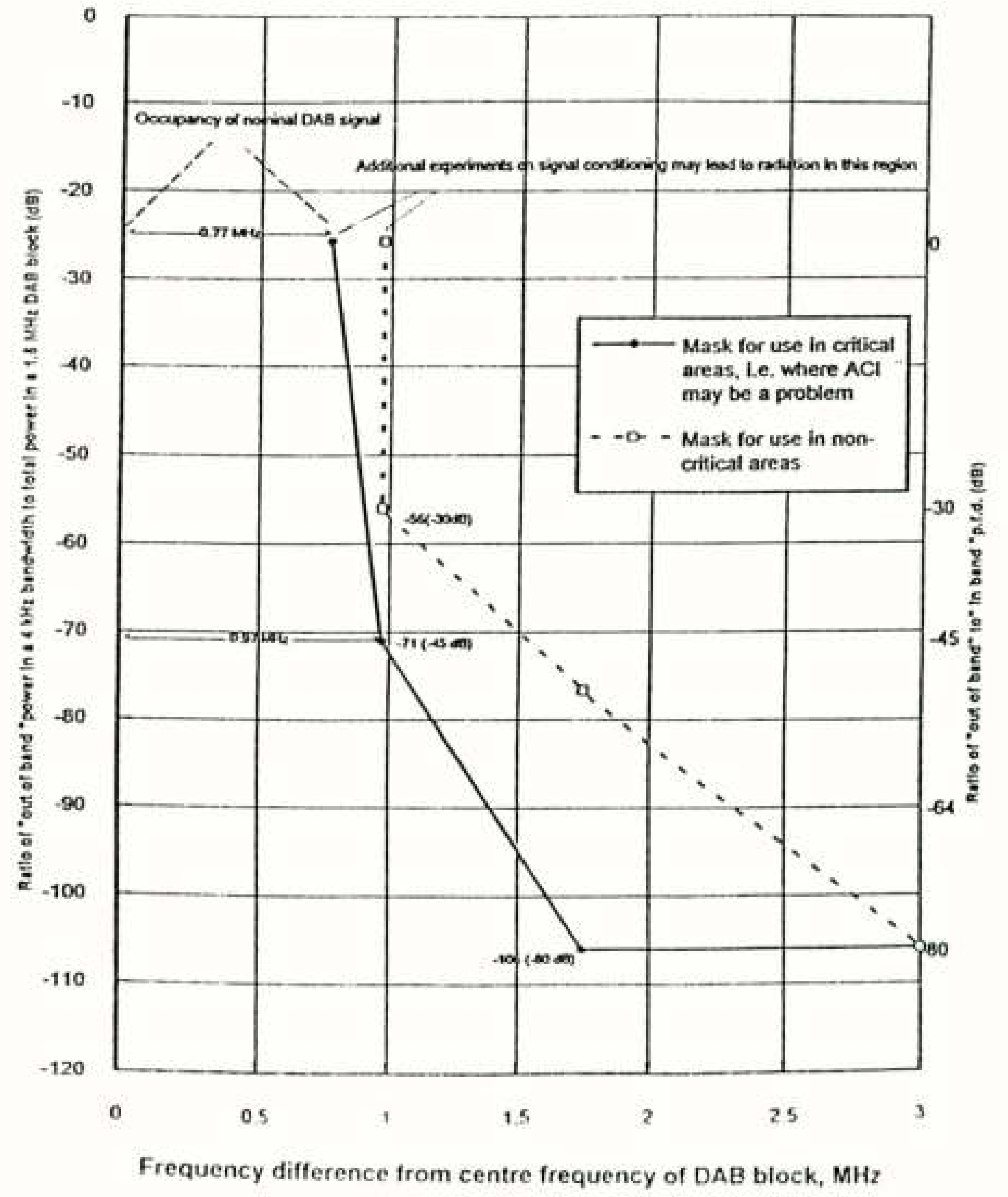
Figuur 2. Principe van OFDM modulatie

tijdsdomein middels een D/A convertor ontstaat het tijdscontinue DAB - signaal. We zien in het blokschema dat na optelling van het aantal draaggolven in het discrete tijdsdomein de uitdrukking van de IFFT ontstaat nl. $c(kT_A)$. Dat wil zeggen dat een OFDM signaal volledig met de Fast Fourier Transformatie kan worden gerealiseerd. De juiste zendfrequentie wordt bereikt door het ontstane continue signaal c(t) te vermenigvuldigen met het signaal $e^{-j\omega_c t}$ en via een banddoorlaatfilter het uiteindelijke OFDM signaal y(t) te vormen.

In figuur 3 is het spectrum van een OFDM signaal weergegeven terwijl in figuur 4 het voorgestelde spectrum masker voor DAB in de VHF band is te zien. Uiteraard is dit de helft van het DAB frequentie spectrum. In de praktijk is er sprake van een groot aantal zogenaamde subdraaggolven (bij DAB is het aantal 1536) waardoor het signaal een op ruis gelijkend spectrum krijgt hetgeen in de eerste figuur tot uiting komt.



Figuur 3. Theoretisch DAB spectrum



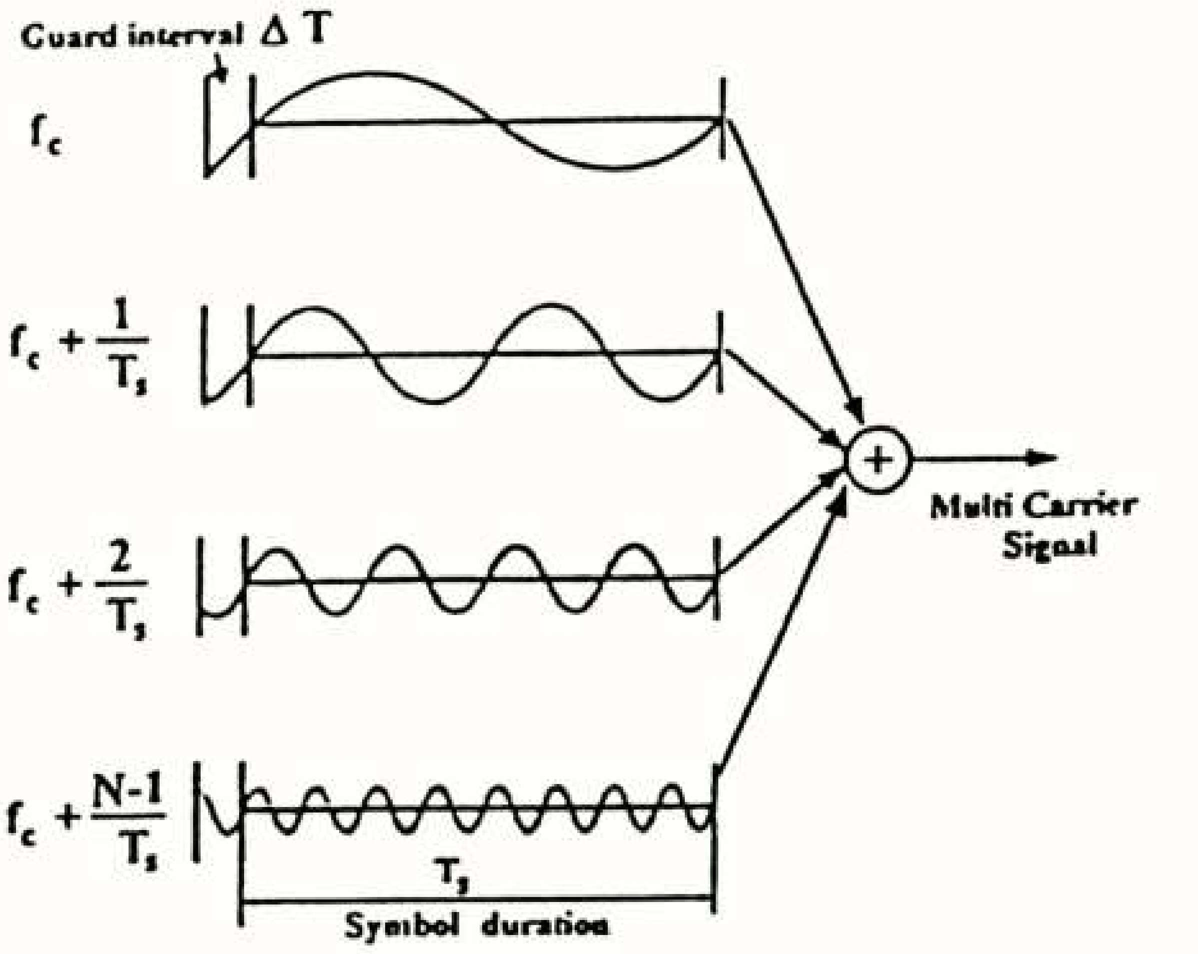
Figuur 4. DAB spectrum masker voor de VHF Band

5. Guard interval

Zoals al eerder werd aangegeven is het transmissiekanaal behept met meerweg ontvangst. Dit kunnen echo's zijn of signalen afkomstig van andere zenders in een zogenaamde 'single frequency' netwerk configuratie. Zonder speciale maatregelen zou dit leiden tot Inter Symbool Interferentie.

Door de toevoeging van een guard interval tussen twee opeenvolgende symbolen kan ISI worden ondervangen.

Zolang het maximale looptijd verschil van de afzonderlijke propagatiepaden de lengte van het guard interval niet overschrijdt blijft de orthogonaliteit van de subdraaggolven behouden.
De lengte van het guard interval is derhalve een belangrijke systeem parameter.
In figuur 5 is het principe van het guard interval verduidelijkt.



Figuur 5. Principe van het Guard interval

We zien hier wat er in de ontvanger gebeurt bij ontvangst van meerdere signalen.
Op het punt t_0 betekent de fasesprong de toevoeging van een guard interval met lengte ΔT tussen twee opeenvolgende symbolen.
Tevens begint op dit punt het synchronisatie proces van de ontvanger. Op het punt $t_0 + \Delta T$ begint het demodulatieproces van het ontvangen symbool. T_s is de symbooltijd.
In de figuur is duidelijk te zien dat het ontvangen signaal (Received Signal) gelijk is aan het signaal zonder meerwegontvangst (Mainpath) ondanks 2 echo's en de bijdrage van een andere zender (Network Contribution) in het SFN.
In feite is het signaal in niveau hoger hetgeen wordt veroorzaakt door de zogenaamde 'network gain'. Dit wordt in het volgende hoofdstuk verklaard.

6. Network gain in een SFN

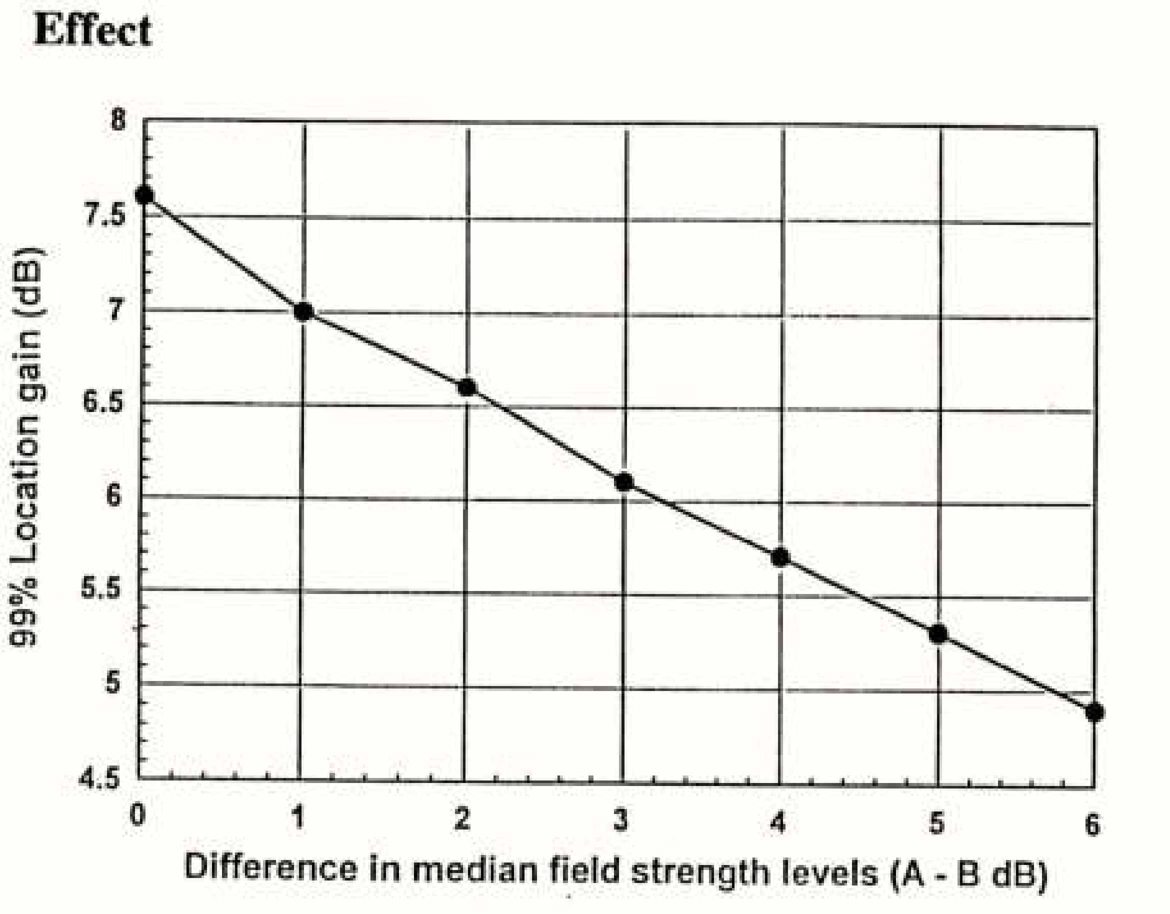
Tot slot nog een bijzondere eigenschappen van een SFN.

Network gain

Een SFN bezit eigenschappen die een conventioneel analoog FM netwerk niet heeft omdat in een SFN alle zenders met gelijke signalen op dezelfde frequentie uitzenden. In een FM zender netwerk zenden zenders met gelijke signalen op verschillende frequenties uit.
Een SFN bezit interne versterking (gain) die ontstaat door:

- bruikbare delen van signalen vormen samen een hoger signaal
- vermogens sommatie deel
- statistisch deel

Het effect hiervan is in figuur 6 weergegeven.
Op de horizontale as is het verschil van de mediaan veldsterktes van twee zenders geplaatst terwijl op de verticale as de versterking is weergegeven als 99% van de plaatsen in het netwerk zijn verzorgd. De standaarddeviatie s is 5,5 dB.



Figuur 6. SFN Network Gain

Twee zenders die op een bepaald punt in het SFN dezelfde veldsterkte opleveren geven een versterking in veldsterkte van 7,6 dB in vergelijking met één zender met dezelfde eigenschappen.
In het artikel "De invoering van DAB in Nederland" van Jan Doeven wordt voor een SFN met 11 zenders de netwerk gain berekend.
In het artikel "De meerwaarde van DAB" van Rein Simonse worden de resultaten van een SFN net 2 zenders gepresenteerd.

7. Literatuur

1. Digitale Signaalbewerking
Ir. A.W.M. van den Enden en Ir. N.A.M. Verhoeckx
Delta Press B.V.

2. Communications Systems
Ferrel G. Stremler
Addison-Wesley Publishing Company

Voordracht gehouden tijdens de 440e werkvergadering

20 ⇐ 75 JAAR ⇒ 1995

100 Hz < > 1,5 GHz

NEDERLANDS ELEKTRONICA- EN RADIOGENOOTSCHAP

UITNODIGING

NERG WERKVERGADERING 439

Datum : 23 oktober 1995
Locatie : TNO FEL Blokhoeve 1
Plaats : Den Haag
Adres : Oude Waalsdorperweg 63
Tijdstip : 19.00 - 21.00

Onderwerp

Navigatie Systemen en Toepassingen

In het kader van het jubileumjaar zal het frequentiespectrum doorlopen worden. In deze vierde werkvergadering in het jubileumjaar zal aandacht worden besteed aan navigatiesystemen in het frequentiegebied van 100 kHz tot 1,5 GHz.
Ingegaan zal worden op toepassingen van navigatiesystemen op land., lucht en water.

PROGRAMMA

19.00 Ontvangst met koffie

19.25 Opening door de voorzitter

19.30 "Global Positioning System (GPS) in de maritieme ogeving"
ing. W.F.M. van der Heijden, TNO FEL

20.00 "navigatie in de luchtvaart"
ir. R. van de Leijgraaf, NLR

20.30 "Toepassingen LORAN -C en Radiolocatie"
ir. E. van Bremen, RWS

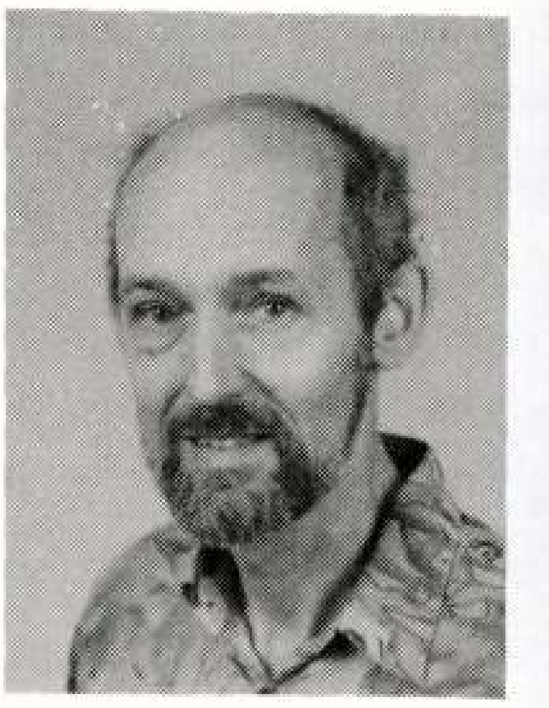
21.00 Afsluiting door de voorzitter

Aanmelding voor deze dag dient te geschieden door de aanmeldingskaart vóór 17 oktober aanstaande te zenden aan het NERG, Postbus 39, 2260 AA Leidschendam. Er zijn geen kosten verbonden aan deze werkvergadering. Kosten voor introducé's bedragen *f* 15.-, vooraf over te maken op girorekening 94746 t.n.v. Penningmeester NERG, Postbus 39, 2260 AA Leidschendam.

Het aantal deelnemers is beperkt tot 50. Tijdstip van ontvangst van aanmelding is beslissend voor deelname. Ala blijkt dat u wegens overtekening niet kunt deelnemen, ontvangt u hierover van ons bericht.

Namens het NERG,
dr.ir. A.P.M. Zwamborn
ir. W. van der Bijl (programmamanager NERG)

DE MEERWAARDE VAN DIGITAL AUDIO BROADCASTING



Rein Simonse
Nozema

Summary

The added value of digital audio broadcasting.
The Eureka 147 project is the digital radio of the near future. The DAB system is designed to provide a reliable, sound broadcasting for mobile reception. A number of audio programmes are simultaneously send by one transmitter, which can operated at any frequency up to 3 GHz. A wide range of audio qualities are possible when using the different coding rates.
In addition to the audio, the system can handle a range of data options such as programme associated data and independent data services.
The system is very flexible. The digital multiplexer can handle a random mix of different kinds of audio qualities and data streams. It is also possible, even during a transmission, to change the audio quality for different contents of the programme.
In the Netherlands DAB field trials are being carried out by the Netherlands Broadcasting Transmission Company Nozema.

Wat is DAB

Het Eureka project 147 heeft een nieuw systeem voor digitale radio opgeleverd, dat speciaal werd ontworpen voor goede mobiele ontvangst, ook in stedelijke gebieden. Het is dus bij uitstek geschikt voor ontvangst in de auto. Uiteraard is dan ook portable of vaste ontvangst geen probleem. Dit systeem heeft de naam Digital Audio Broadcasting gekregen, kortweg DAB. Een aantal belangrijke eigenschappen zijn :

- Geluid wordt voor overdracht gecodeerd. Dit om de bitrate tebeperken.

- Via een DAB zender worden 2,3 Mbit/s overgedragen. Gezien deze capaciteit worden altijd meerdere programma's via één zender uitgezonden.

- Behalve geluid is er ook overdracht van andere signalen mogelijk. Deze worden in de digitale stroom ingevoegd.

Op dit moment zijn de systeem eigenschappen vastgelegd. Er is een professionele ontvanger van Philips op de markt en diverse fabrikanten zijn prototypes voor consumenten autoradio's aan het ontwikkelen. In verschillende landen, met name in West Europa vinden proefuitzendingen plaats. Ook in Nederland bestaat een net voor test uitzendingen. Het Nederlandse net wordt verder toegelicht in het artikel 'Invoering van DAB in Nederland van Jan Doeven.

Waarom is er DAB

Na de beide analoge AM en FM systemen dan nu DAB. De komst van de CD bracht digitale audio in de huiskamer. Vooral daardoor ontstond de behoefte om ook digitaal te kunnen uitzenden.

DAB is het eerste werkende digitale systeem wat zich met name richt op de plaats waar de luisteraars zich bevinden, deze is of onderweg in de auto, of zwervend in huis met een draagbare radio. DAB biedt, bijvoorbeeld ten opzichte van FM, een aantal voordelen zoals:

- Betere mobiele ontvangst
- Minder ruimtebeslag in de ether
- Instelbare audiokwaliteit
- Meer mogelijkheden voor data overdracht
- Flexibele configuratie van diensten
- Lager benodigd zendvermogen

Mobiele ontvangst

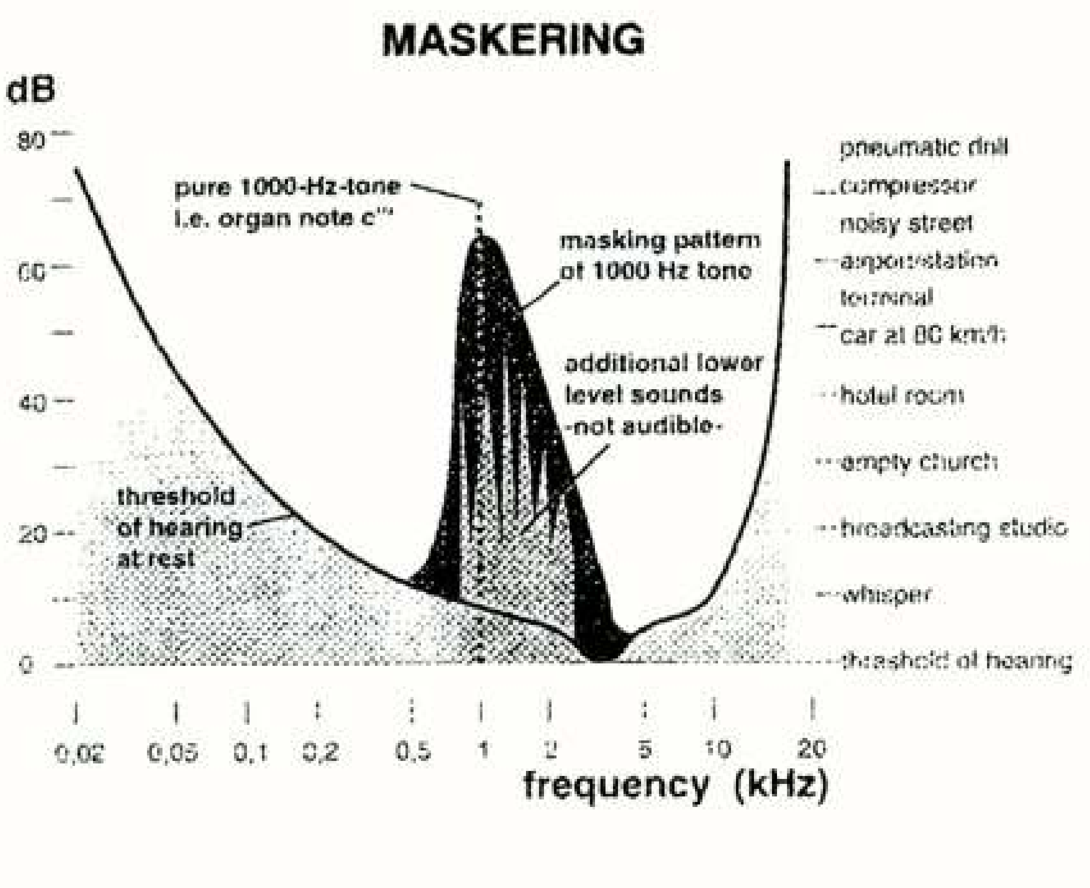
De betere mobiele ontvangst dan bij gebruik van FM is het gevolg van de toegepaste overdrachts techniek, Coded Orthogonal Frequency Division Multiplex (COFDM). Hierbij wordt een groot aantal draaggolven gebruikt, bij DAB wordt elk daarvan gemoduleerd met 4-DPSK.
Dit is verder toegelicht in het artikel 'Coded Ortogonal Frequency Division Multiplex als basis voor Digital Audio Broadcasting en Digital Video Broadcasting' van Sjaak Voormanns.

Ruimtebeslag in de ether

De in de ether beschikbare (en bruikbare) frequentieruimte is beperkt. Het is dus van belang om zo zuinig mogelijk met de bandbreedte om te gaan.
Hier een voorbeeld van het verschil tussen FM en DAB.
Een stereo FM signaal voor omroep doeleinden neemt een bandbreedte in beslag van circa 250 kHz. Met een minimale tussenruimte zouden er dan 8 programma's passen in circa 2,4 MHz.
Bij DAB waar in band III 1536 draaggolven worden gebruikt met een tussenruimte van 1 kHz is het mogelijk om 8 stereo programma's uit te zenden, met een vergelijkbare kwaliteit als bij FM, in een bandbreedte van 1,5 MHz. In het hoofdstuk audio overdracht zijn de mogelijkheden verder toegelicht.
Bovendien is het bij DAB mogelijk om voor dezelfde samenstelling van programma's met alle zenders van het betreffende net op dezelfde frequentie uit te zenden. Men heeft dan een zogenaamd Single Frequency Network (SFN).

Audio overdracht

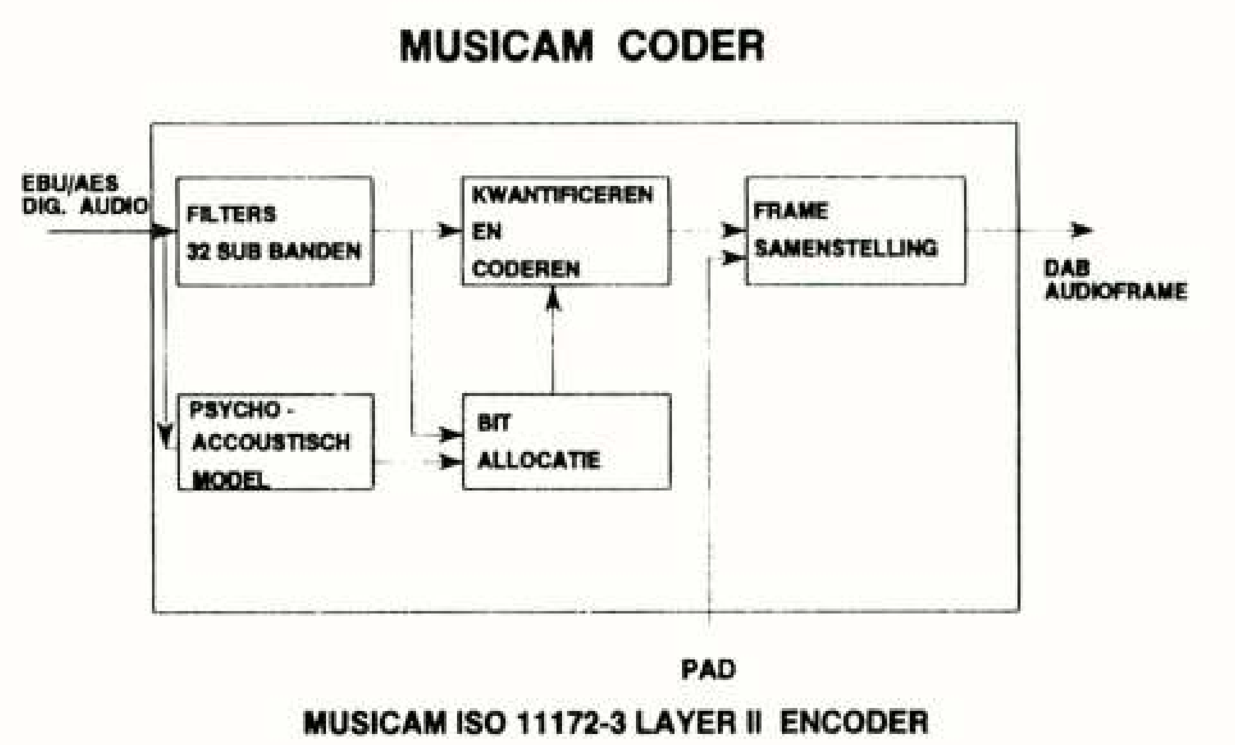
Het geluid wordt voor overdracht gecodeerd. Dit wordt gedaan om het aantal bits te beperken en zo op een economische manier om te gaan met de beschikbare capaciteit.
et codeer proces maakt gebruik van de psycho-acoustische eigenschappen van het menselijk oor. Het menselijk oor maskeert zwakke geluiden bij aanwezigheid van sterke geluiden in hetzelfde frequentiegebied.
Eén en ander is verduidelijkt in figuur 1.



Figuur 1. Orgeltoon van 1000 Hz.

In dit figuur is een orgel toon van 1000 Hz aangegeven. De aanwezigheid van dit sterke geluid, heeft als gevolg dat een mens andere geluiden die in het donkere gebied vallen niet meer kan waarnemen. Deze geluiden worden gemaskeerd. Ook is te zien dat naar mate de frequentie verder weg is van de 1000 Hz, de maskeringsdrempel lager ligt. In dit voorbeeld verdwijnt de maskeringsdrempel onder de absolute gehoorkromme bij 500 Hz en bij 4 kHz.
De bitreductie wordt verkregen door aan signalen die onder de maskeringsdrempel liggen geen bits toe te wijzen. Dit betekent dat geluiden die een mens toch niet kan waarnemen, niet worden overgedragen.
In een encoder wordt het audio spectrum verdeeld in 32 zo genaamde subbanden. Per subband wordt de maskeringsdrempel bepaald.

Door gebruik van audio subbandcodering is het mogelijk een zevenvoudige bitreductie te krijgen. Een stereo programma van bijna CD kwaliteit kan dan worden getransporteerd met 192 kbit.s tegenover de gewone CD met 1411 kbit/s.
Verdere reductie is mogelijk, maar dit gaat dan ten koste van de kwaliteit. Wat een voldoende kwaliteit is hangt met name ook af van het programma materiaal. Een commentaarstem kan met een lager aantal bits toe dan een klassiek muziek programma.
Het bij DAB gebruikte audio codeersysteem bestaat al langere tijd. Het is bekend onder de naam Musicam en is gestandariseerd door ISO/IEC onder de naam ISO/IEC 11172-3 (MPEG Audio Layer 2). Er is echter wel een klein verschil in opbouw van het audioframe. Een encoder moet dus een speciale DAB uitvoering zijn.
In figuur 2 is het blokschema getekend van een audio coder.



Figuur 2. Blokschema van een audio coder.

Aan de ingang wordt een digitaal signaal toegevoerd met EBU/AES interface. Eventueel kan dit signaal via een in de coder aanwezige A/D omzetter worden verkregen. Het signaal wordt
in 32 subbanden verdeeld. De laagste frequentie die kan worden overgedragen is 20 Hz en de hoogste frequentie 20 kHz.
Na de filtering in subbanden wordt er gekwantificeerd en gecodeerd, rekening houdend met de niveaus van de in het audiosignaal aanwezige frequentie componenten. Daarbij wordt met het psycho-accoustisch model van het menselijk oor bepaald wat moet worden overgedragen en wat niet. Vervolgens worden de daarvoor beschikbare bits toegewezen en tenslotte wordt het frame samengesteld. Het geheel is een dynamisch proces. Er zijn heel erg veel verschillende audio signalen mogelijk en de software moet zo ontwikkeld zijn dat in alle omstandigheden de optimale bit toewijzing plaatsvindt. In de praktijk blijkt dat er hier nog verdere ontwikkelingen mogelijk zijn. Bij verschillende bitsnelheden presteren diverse fabrikaten coders verschillend. Sommige coders doen het beter op lage bitsnelheden en andere op hogere snelheden.

Dit hangt dan ook nog af van de inhoud van het audio signaal.
De verbetering van het codeerproces vergt zolang binnen de norm wordt gewerkt alleen aanpassing van de coder. De overall kwaliteit verbetert dan, zonder dat in de ontvanger modificaties nodig zijn.
In onderstaande tabel zijn de verschillende audiomodes die bij DAB zijn gestandariseerd samengevat.

BITRATE	MODE
32 kbit/s 48 56	Single channel
64 kbit/s	All modes
80 kbit/s	Single channel
96 kbit/s 112 128 160 192	All modes
192 kbit/s 224 256 320 384	Stereo, joint stereo, dual channel

In stereo en in dual channel produceert de coder de dubbele bitstroom van een mono kanaal.
Het verschil tussen stereo en joint stereo zit in de overspraak tussen de kanalen. Er zal tussen beide kanalen een grote correlatie zijn. Door hiervan gebruik te maken bij de bitreductie wordt er bij een gegeven bitsnelheid de optimale kwaliteit bereikt.

Data mogelijkheden

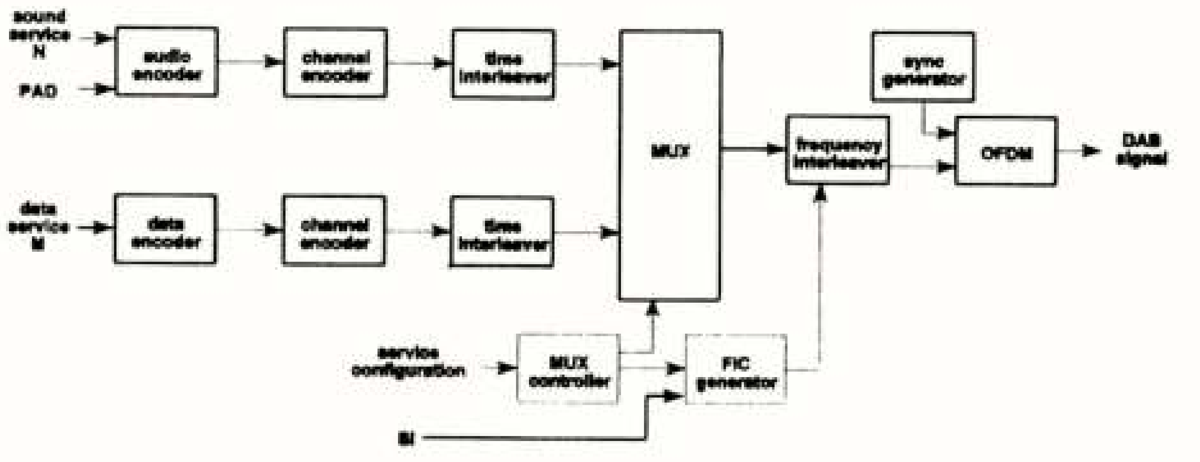
Er zijn bij DAB verschillende mogelijkheden om data te versturen. Net als bij het audio is ook hier alles flexibel in te stellen.
Allereerst is er de mogelijkheid van *Program Associated Data*, afgekort tot PAD. Dit PAD is ingebed in de audio bitstroom en dus ook inbegrepen in de voor het betreffende audiokanaal gereserveerde bitstroom. De minimum capaciteit is 667 bit/s. Het PAD wordt in de audiocoder ingevoegd en vindt zijn plaats op het einde van elk audioframe. Via het PAD worden gegevens als dynamische bereikinstelling, programmanaam, titel van muziekstuk, muziek of spraak informatie etcetera overgedragen.

Als tweede mogelijkheid is er het *Main Service Channel*. Dit komt in plaats van een audiokanaal en heeft zodoende een grote capaciteit. De capaciteit is instelbaar in veelvouden van 8 kbit/s. Hierbij is het mogelijk om in de packet mode te werken en ook conditional acces behoort tot de mogelijkheden.

Tenslotte is er het *Fast Information Channel* (FIC). Het FIC is niet time interleaved en ondervindt dus ook niet de bijbehorende vertraging. Via het FIC wordt overgedragen de multiplex configuratie informatie die de ontvanger nodig heeft om zichzelf juist in te stellen en service informatie zoals naam van het programma, tijd en datum, programmatype, taal van het programma enzovoort. De service informatie kan zichtbaar gemaakt worden op het display van de ontvanger. Ook heeft het FIC de mogelijkheid voor transport van additionele services zoals Traffic Message Channel (TMC) en paging. TMC is een geavanceerd verkeersinformatiesysteem dat als proef een tijd via RDS op een FM net is uitgezonden.

Het complete DAB signaal

Het samenstellen van het complete DAB signaal is verduidelijkt in het functionele blokschema in figuur 3.



Figuur 3. Blokschema

In de channel encoder vindt een convolutional encoding proces plaats dat beveiligings bits toevoegt voor foutprotectie. In geval van een audiosignaal worden sommige bron gecodeerde bits beter beveiligd dan andere. De gemiddelde code rate, dat is de verhouding tussen het aantal toegevoerde bits en het aantal na de convolutional coding is instelbaar met als hoogste protectie de waarde 0,35 en als laagste de waarde 0,75.
Dit betekent dat de netto beschikbare bitrate kan variëren tussen circa 0,8 en 1,7 Mbit/s.
De time interleaver verbetert de ongevoeligheid voor verstoringen bij mobiele ontvangst en veroorzaakt een vertraging van 384 ms.

In de Main Service Multiplexer (MUX) wordt alle data van de verschillende programma's samengebracht. Na de mux vindt nog frequency interleaving plaats waarna het signaal volgens het OFDM multicarrier schema 4 DPSK wordt gemoduleerd. In band III gebeurt dit op 1536 draaggolven. Een overzicht van de drie bij DAB toegepaste transmissiemode staat in de volgende tabel.

	MODE I	MODE II	MODE III
F max	375 MHz	1,5 GHz	3 GHz
toepassing	landelijk	lokaal	satelliet
duur trans-missie frame	96 ms	24 ms	24 ms
aantal draaggolven	1536	384	192
afstand tussen draaggolven	1 kHz	4 kHz	8 kHz
guard interval	246 μs	62 μs	31 μs
symbool duur	1246 μs	312 μs	156 μs

De maximum zendfrequentie wordt bepaald door het Doppler effect. Een frequentieverschuiving van 1/20 van de frequentie afstand, in mode I dus 50 Hz, maakt 4 dB grotere signaal / ruis afstand nodig. Bij 300 MHz is de verschuiving t.g.v. het Doppler effect gelijk aan de snelheid in m/s van de ontvanger. Voor andere frequenties is dit omgekeerd evenredig hoger of lager. Bij de in Nederland gebruikte frequentie van 223 MHz betekent dit dat bij een snelheid van zo'n 240 km/h naar of van de zender, de ontvanger als een minimum een 4 dB groter signaal moet ontvangen dan stilstaand. Is dit signaal niet aanwezig dan is er bij die snelheid geen ontvangst mogelijk.

Zendvermogen

Het uit te zenden vermogen is veel lager dan bij FM gebruikelijk is. Het verschil is in de orde van een factor 25 tot 50. In het artikel 'Invoering van DAB in Nederland' van Jan Doeven is dit nader toegelicht.

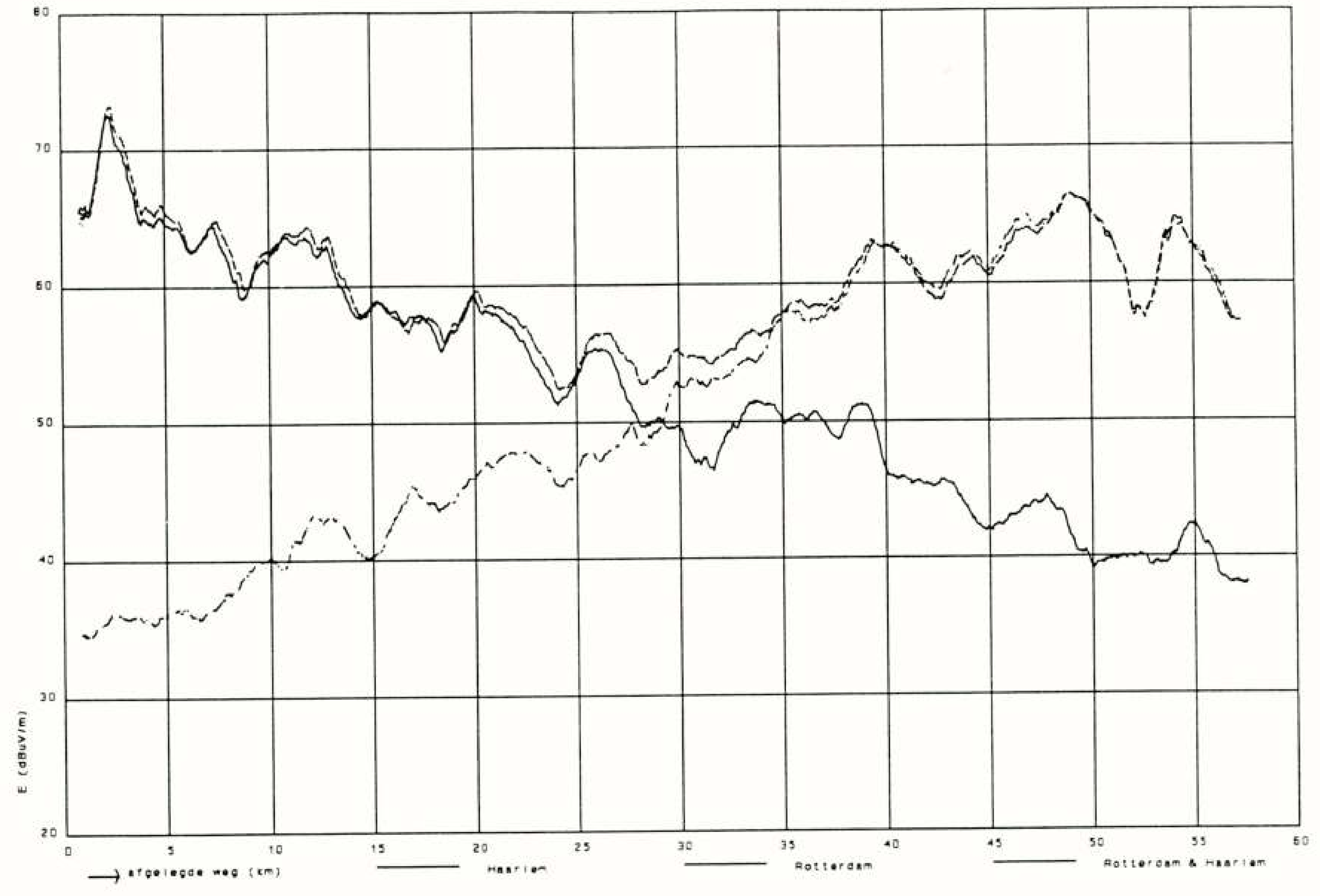
Doordat er in een SFN sprake is van network gain wordt er theoretisch een winst geboekt van ongeveer 4 á 7 dB.

Veldmetingen door Nozema hebben dit ook aangetoond. Met een zender in Rotterdam die een gericht diagram naar ongeveer 20 graden had en in zender in Haarlem met een richtdiagram naar 180 graden zijn veldsterkte metingen drie maal uitgevoerd, waarbij steeds dezelfde route van Rotterdam naar Haarlem is gereden. De metingen worden mobiel om de 20 cm gedaan en na afloop uitgewerkt. Behalve de veldsterkte worden ook geregistreerd of het audio aanwezig was, het audio onderdrukt was (mute) of dat de Cycle Redudancy Check CRC te veel fouten had. Het geheel is in een grafiek geplot. Zie figuur 4. In dit figuur wat hier in zwart/wit is afgedrukt is alleen de veldsterkte af te lezen. De ander parameters waren oorspronkelijk in kleur aangegeven en vallen hier daarom weg.

Eerst is gemeten met alleen de zender Haarlem in, dit is aangegeven door de -.-. lijn die links onderaan begint. De veldsterkte neemt dus steeds toe.

Vervolgens is gemeten met alleen de zender Rotterdam in. Nu begint de veldsterkte hoog en neemt af met de afstand, wat is aangegeven met een getrokken lijn.

Tenslotte is gemeten met beide zenders ingeschakeld. Zoals met de stippellijn is aangegeven neemt de veldsterkte aanvankelijk af maar op de halve afstand stijgt de veldsterkte weer. In het midden tussen beide zenders op zo'n 28 km is de ontvangsterkte van zowel de



Figuur 4. Veldsterktemetingen.

zender Rotterdam als van de zender Haarlem 49 dBμV/m. Zijn echter beide zenders ingeschakeld dan dragen beide bij aan de veldsterkte die dan op deze afstand 55 dBμV/m bedraagt. Het verschil tussen beide situaties wordt de network gain genoemd en bedraagt hier 6 dB.

De meerwaarde van DAB

In enkele zinnen omschreven kan men dit samenvatten tot:

- DAB geeft veel audiokwaliteit in weinig bits

- DAB heeft uitgebreide mogelijkheden voor datatransport naar mobiele ontvangers

- DAB heeft flexibele bit toewijzings mogelijkheden

- Een goede mobiele en portable ontvangst is een systeem-eigenschap van DAB

DAB is dus meer dan alleen een systeem voor (hoogwaardige) audio.

Voordracht gehouden tijdens de 440e werkvergadering

NEDERLANDS ELEKTRONICA- EN RADIOGENOOTSCHAP

UITNODIGING

NERG WERKVERGADERING 440

Datum : woensdag 22 november 1995
Locatie : NOZEMA hoofdgebouw
Plaats : Lopikerkapel
Adres : Biezendijk 3
Tijdstip : 10.00 - 16.30

Onderwerp

VHF/UHF uitzendingen en nieuwe diensten daarover in Nederland

In het kader van het jubileumjaar zal het frequentiespectrum doorlopen worden. In deze vijfde werkvergadering in het jubileumjaar zal aandacht worden besteed aan het VHF/UHF frequentiegebied van 47 tot 860 Mhz. Nozema N.V. bestaat dit jaar 60 jaar en verzorgt de uitzendingen in Nederland in dit frequentiegebied. Nozema treedt in deze werkvergadering op als gastheer en verzorgt alle lezingen die ingaan op de nieuwe ontwikkelingen op dit gebied.

PROGRAMMA

09.30 Ontvangst met koffie
10.00 Opening door de voorzitter
10.10 "Datacasting en de elektronische snelweg"
drs. R.J. Vader, alg. dr. Nozema N.V.
10.50 " COFDM techniek als basis voor Digital Audio Broadcasting en Digital Video Broadcasting"
ing. E. van Slee, sen. Researcher, Nozema N.V

11.30 Pauze

11.45 "Meerwaarde Digital Audio Broadcasting (DAB)"
R.J. Simonse, Hoofd R&D, Nozema N.V.
12.15 "De introductie van DAB in Nederland
ing. J. Doeven, Adv. Techn., Nozema N.V.

12.45 Lunch aangeboden door Nozema N.V.

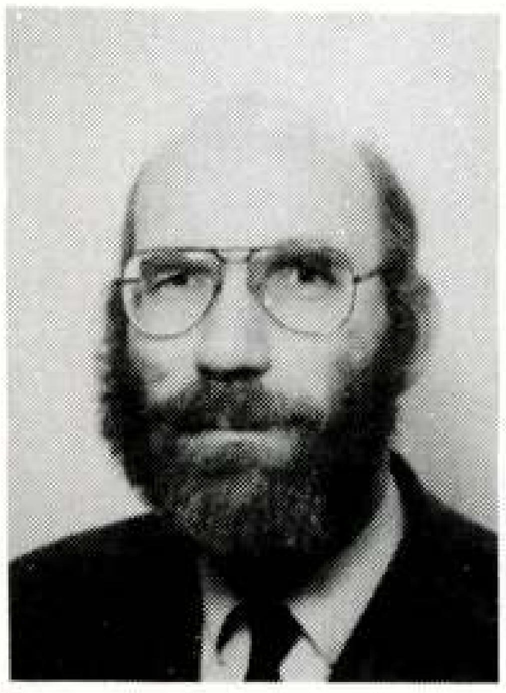
14.00 Rondleiding in groepen, wisseling tussentijds:
. Demonstratie Planningstool L & S, **ing. H.C. Milius, Hfd. Netw. Ontw., Nozema N.V.**
. Rondleiding Businesscentrum Nozema
. Bezoek Omroep Beheer Centrum (OBC), **M. van Nimwegen, Hfd OBC, Nozema N.V.**
. Demonstratie in DAB auto
16.00 afsluiting en drankje

Aanmelding voor deze dag dient te geschieden door de aanmeldingskaart vóór 15 november aanstaande te zenden aan het NERG, Postbus 39, 2260 AA Leidschendam. Er zijn geen kosten verbonden aan deze werkvergadering. Kosten voor introducé's bedragen ƒ 15.-, vooraf over te maken op girorekening 94746 t.n.v. Penningmeester NERG, Postbus 39, 2260 AA Leidschendam.
Het aantal deelnemers is beperkt tot 80. Tijdstip van ontvangst van aanmelding is beslissend voor deelname. Ala blijkt dat u wegens overtekening niet kunt deelnemen, ontvangt u hierover van ons bericht.

Namens het NERG,
ir. W. van der Bijl (programmamanager NERG)

INVOERING VAN DAB IN NEDERLAND

Jan Doeven, Nozema



Summary

Experimental DAB transmissions in the Netherlands will start in april 1996. Regular transmissions are expected in 1997.
At the Wiesbaden Conference Frequency blocks have been allotted for a national DAB coverage in channel 12 and for each of four regional coverage areas in channels 6, 11 and 12. Furthermore the basis has been established for negotiations for local DAB broadcasting in the L band.
Areas with the same DAB frequency block are separated by about 80 km, in order to keep the interference levels low. Relative low powers (between some tens of watts and one or two kilowatts) and directional transmitting antennas will be used.
DAB networks will be Single Frequency Networks (SFN). A SFN is very frequency efficient as all transmitters of the network use the same frequency. In a SFN the total received power may be higher than the received power of a single transmitter. This is called "network gain".
An example is given of the calculation of the field strength of a SFN consisting of 11 transmitters.

1. Inleiding

Sinds 27 september '95 zijn er reguliere DAB uitzendingen in Groot Brittannië en Zweden. Als het aan Nozema ligt starten eind '96 reguliere DAB uitzendingen in Nederland. Voor het zover is moeten er nog wel regels gemaakt worden door de overheid voor het verstrekken van vergunningen. Verder zullen er op het moment van invoering ontvangers te koop moeten zijn.
In het internationale veld zijn reeds belangrijke mijlpalen bereikt: er is een ITU Recommandatie, een Europese Standaard en een frequentieverdelingsplan.

In dit artikel zal aandacht worden besteed aan enkele technische aspecten die bij de invoering van DAB van belang zijn en in het bijzonder aan de frequentie problematiek en zender-netstructuren.
Eerst zal echter een kort overzicht worden gegeven van het DAB invoering scenario zoals Nozema zich dat voorstelt.

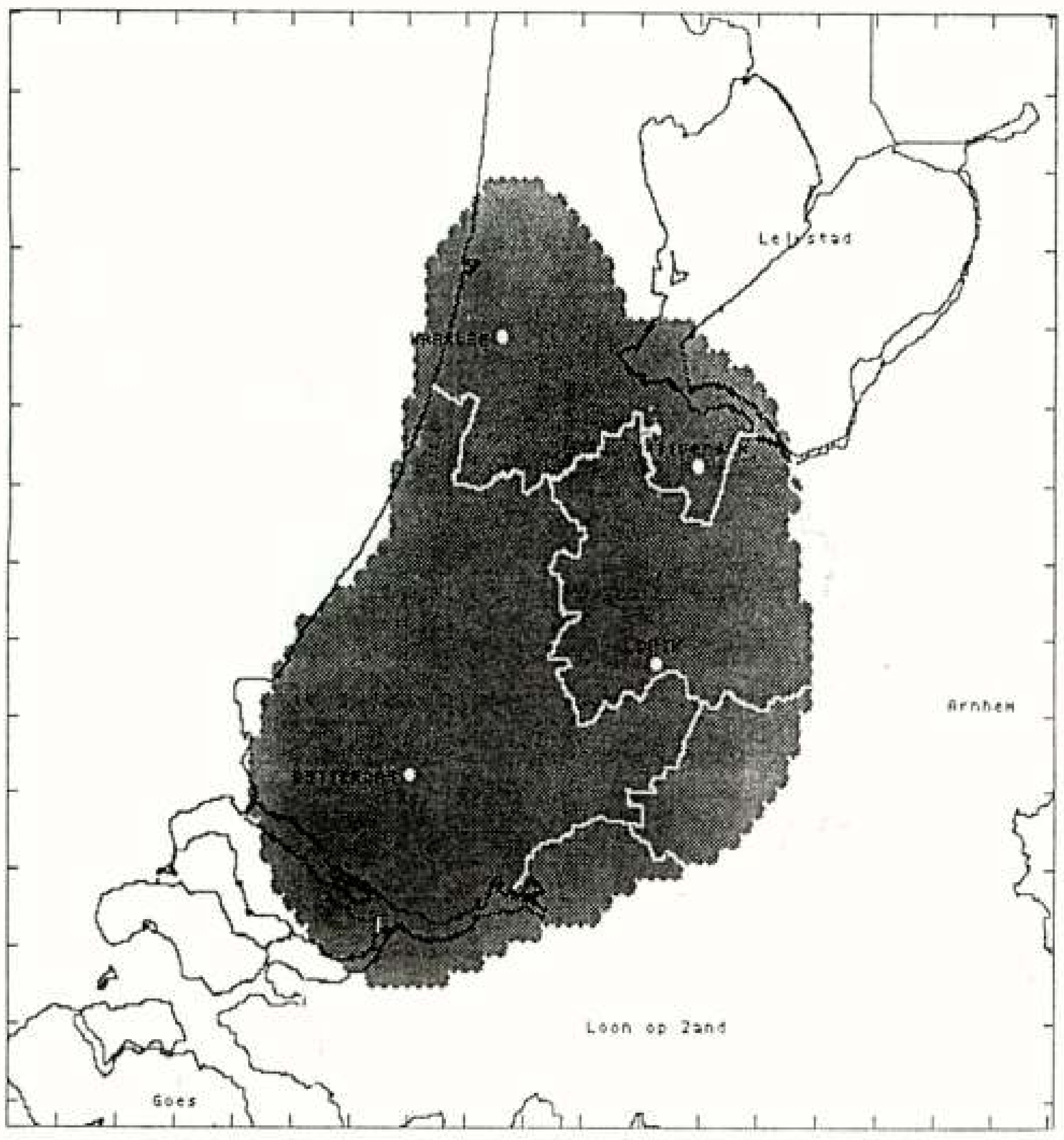
2. Invoering scenario

Hoe beginnen we iets nieuws als DAB, waarvan zowel de diensten aanbieders (omroepen, uitgevers) als de consument nog nauwelijks beseffen wat de mogelijkheden zijn en waarvoor een nieuwe infrastructuur en nieuwe ontvangers nodig zijn.
Soms wordt dit als een vicieuze cirkel gezien: Geen programma aanbod, geen zender netten, geen ontvangers, geen luisteraars, geen aanbod etc.

Maar als gekeken wordt naar de introductie van andere nieuwe consumenten elektronica systemen zoals bijvoorbeeld de CD dan zien we dat CD-spelers pas verkocht worden als er CD's in de winkel liggen. Er zal dus eerst een distributie systeem voor de software moeten zijn voordat de eindapparatuur (in ons geval de DAB ontvanger) verkocht kan worden.

Nozema zal daarom beginnen een distributie systeem (DAB zendernet) op te zetten en diensten aanbieders te interesseren om software te leveren, daarna volgt dan de rest cq. het opbouwen van een ontvangerbestand. Een groeiend ontvangerbestand zal weer leiden tot verdere belangstelling bij diensten aanbieders enz. een vicieuze cirkel in positieve richting.

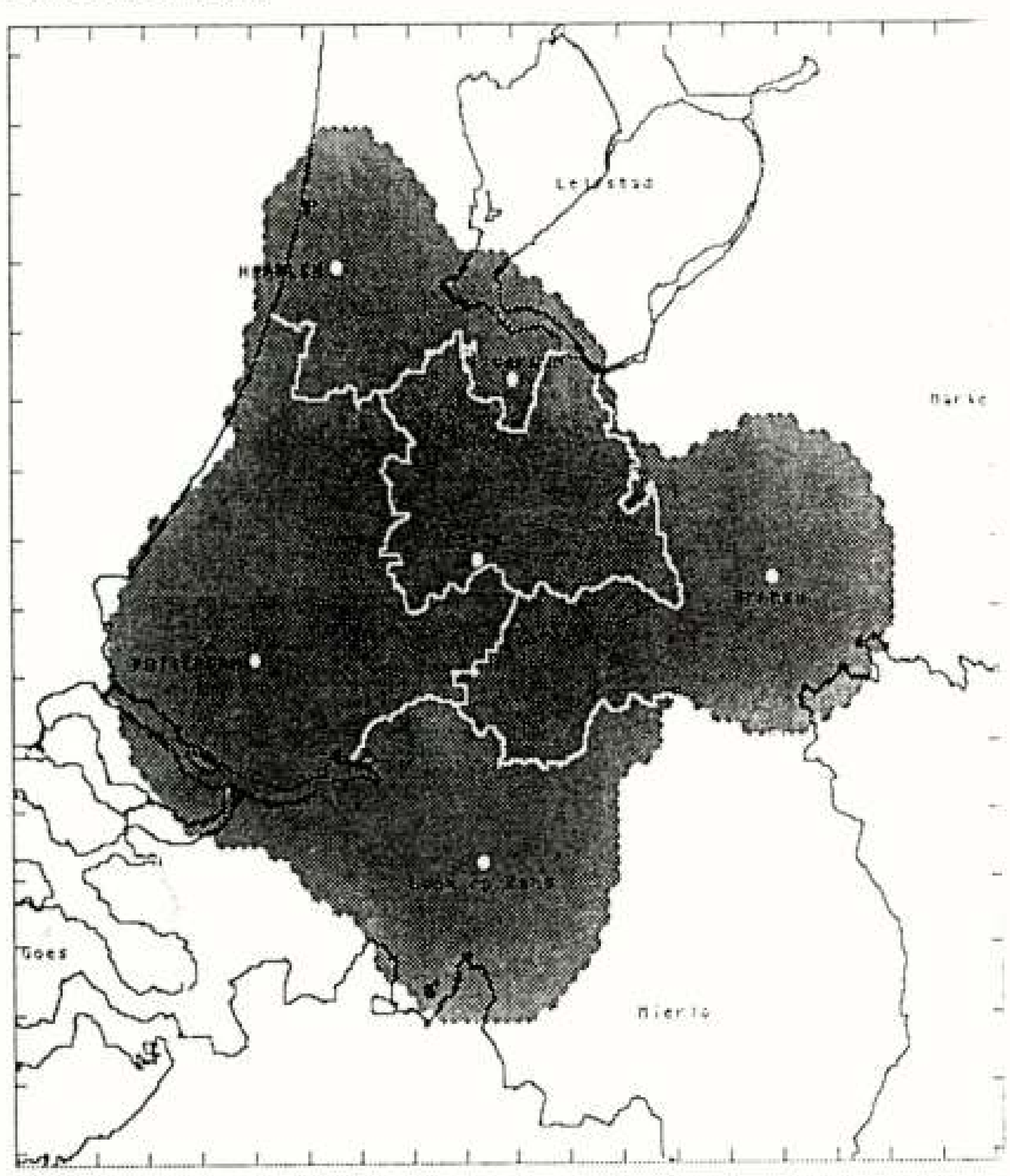
De introductie van DAB in Nederland is begonnen met een zender in Eindhoven ten behoeve van experimenten van Philips en Nozema.
Dit werd in 1993 gevolgd door een proefnet in het westen van het land, bestaande uit twee zenders en een kleine opvulzender, alle op dezelfde frequentie, een zogenaamd Single Frequency Network (SFN). Via dit net werd één programma uitgezonden. Dit net diende vooral voor technische proeven en demonstraties.
Vanaf begin '96 is een SFN operationeel voor experimentele uitzendingen. Dit net bestaat uit drie zenders en bedekt de gehele Randstad (zie figuur 1) met één DAB frequentieblok. Een frequentieblok is 1,5 MHz breed, daarin kunnen, in een DAB ensemble, ca 14 experimentele uitzendingen/programma's tegelijk worden uitgezonden. In het artikel "De meerwaarde van Digital Audio Broadcasting" van Rein



Figuur 1. SFN voor experimentele uitzendingen

Simonse wordt meer informatie gegeven over de mogelijkheden van het DAB systeem in dat opzicht.
Verder dient ook dit net voor demonstraties. Nozema zal zo'n honderd DAB ontvangers kunnen uitlenen aan klanten en andere belangstellenden om ervaring met DAB op te doen.

De volgende stap is een zendernet voor reguliere uitzendingen dat in fasen wordt uitgebouwd tot een landelijke bedekking. De eerste fase, (zie figuur 2) zou eind '96 gereed kunnen zijn. Het moment waarop reguliere DAB uitzendingen starten hangt echter voornamelijk af van het moment waarop uitzendvergunningen door het ministerie van Verkeer en Waterstaat worden verstrekt.
Het ligt in de bedoeling om twee DAB ensembles per zendstation uit te zenden.



Figuur 2. Bedekking in eerste fase voor reguliere uitzendingen

3. Frequenties voor DAB

3.1 Frequentie banden
De volgende frequentie banden worden door de CEPT aanbevolen voor introductie van DAB [1]:

Band I	(47 - 68 MHz)
Band II (deels)	(104 - 108 MHz)
Band III	(174 - 230 MHz en 230 - 240 MHz)
1.5 GHz band	(1452 - 1492 MHz)

Band I blijkt ongeschikt voor DAB vanwege het hoge man-made ruis niveau. De frequentie band 104 -108 MHz is in de meeste landen niet bruikbaar voor DAB, omdat de band zeer intensief gebruikt wordt door FM stations.
Band III en dan vooral het bovenste deel, 223 - 230 MHz (TV kanaal 12), is het meest geschikt voor introductie van DAB. Dit deel werd in de meeste West Europese landen tot voor kort gebruikt voor militaire toepassingen.
Het frequentie gebied 230 - 240 MHz, wordt genoemd als toekomstige uitbreiding voor DAB. In sommige landen kan deze band nu al voor DAB in gebruik worden genomen.
In het 1,5 GHz gebied (de "L band") is het deel 1452 - 1467 MHz toegewezen voor aardse DAB en het deel 1467 - 1492 MHz voor satelliet DAB.

In principe zouden ook de televisie banden IV en V (470 - 582 MHz, respectievelijk 582 - 862 MHz) gebruikt kunnen worden voor DAB. Echter gezien de ontwikkelingen op het gebied van digitale televisie is er een sterke voorkeur bij ale betrokkenen om deze banden niet voor DAB te gebruiken.

De verwachting is dat op lange termijn (aardse) DAB geconcentreerd wordt in 216 - 240 MHz [2] en in 1452 - 1467 MHz.
Hierbij is de frequentie band 216 - 240 MHz vooral geschikt voor nationale en regionale verzorging en de frequentie band 1452 - 1467 MHz voor lokale verzorging.

3.2 Frequentie management
Het toewijzen van banden voor DAB betekent nog niet dat deze banden ook onmiddellijk gebruikt kunnen worden.
De frequentie banden die voor DAB zijn aanbevolen zijn deels in gebruik door TV stations en militaire verbindingen (216 - 240 MHz). Verder zijn frequentie verdelingsconferenties nodig. In de Detailed Spectrum Investigation (DSI) van CEPT [2] wordt een scenario aanbevolen om te komen tot introductie en ontwikkeling van DAB en uitfasering van FM.
Hierbij wordt ervan uitgegaan dat DAB op den duur de huidige nationale en regionale FM netten zal vervangen, maar dat er mogelijk een behoefte blijft aan kleine FM stations voor lokale omroep. Voor deze lokale FM is dan de band 97,5 - 108 MHz gereserveerd.
Verder wordt ervan uitgegaan dat digitale televisie op den duur de analoge televisie zal vervangen en dat Band III niet meer nodig zal zijn voor TV. De band 216 -230 MHz is dan exclusief beschikbaar voor DAB.

Het scenario start met een Planning Conferentie voor de introductie van DAB. Deze heeft inmiddels plaats gevonden in juli 1995 in Wiesbaden.
Verder voorziet het scenario ondermeer in een ITU Conferentie in 2005, hier zullen de toekomstige DAB banden (216 -240 MHz en 1452 -1467 MHz) (her)gepland worden, de uitfasering van FM worden gepland en de planning van lokale omroep in het bovenste deel van de huidige FM band plaats vinden.

Vanaf 2008 kan dan de uitfasering van FM starten. In 2020 wordt verwacht, dat met uitzondering van lokale FM, geen analoge omroep uitzendingen meer plaatsvinden. Uiteraard zal dit scenario van tijd tot tijd, afhankelijk van de ontwikkelingen, worden herzien.

3.3 Resultaten van de Wiesbaden conferentie

De Conferentie in Wiesbaden (3 - 21 juli 1995) [3] had tot doel de invoering van DAB te vergemakkelijken door aan elk land DAB frequentie blokken toe te wijzen. Deze frequentie blokken zijn gebonden aan een bepaald gebied (een allotment). Deze gebieden samen vormen een volledige bedekking van een land. Eén van de uitgangspunten van de conferentie was twee van dergelijke bedekkingen per land vast te stellen.
Verdere DAB frequentie blokken kunnen na de conferentie met de buurlanden onderhandeld worden.

Nederland heeft gekregen wat ze wilde en zonder noemenswaardige beperkingen. Dit betreft een landelijke DAB frequentie blok in kanaal 12 (blok 12C) en een frequentieblok voor elk van vier regio's: Regio Noord heeft blok 11C, Midden 12B, West 11D en Zuid 6B.

Hiermee is aan het uitgangspunt van de conferentie (twee bedekkingen per land voldaan).
De bedoeling was om frequentie blokken voor lokale omroep in de L band na de conferentie te regelen met de buurlanden.
Op de conferentie bleek dat de planning in de 1,5 GHz zeer moeizaam verliep door de grote beperkingen die de Engelse straal verbindingen gaven.
Om partij te zijn in deze discussies en om te kunnen nagaan wat de (on)mogelijkheden de 1,5 GHz zijn heeft de Nederlandse delegatie in Wiesbaden besloten om voor Den Haag een 1,5 GHz blok aan te vragen en om aan de regels van de conferentie te voldoen) het gebied West met Den Haag te verkleinen.
Na de conferentie kan gebied West zonder moeite weer uitgebreid worden met Den Haag.
Deze strategie heeft goed gewerkt. Niet alleen is een blok in de 1,5 GHz voor Den Haag verkregen ook is de basis gelegd voor verdere onderhandelingen met Groot Brittannië over 1,5 GHz blokken voor lokale omroep.

4. DAB zender netwerken

4.1 Service concepts

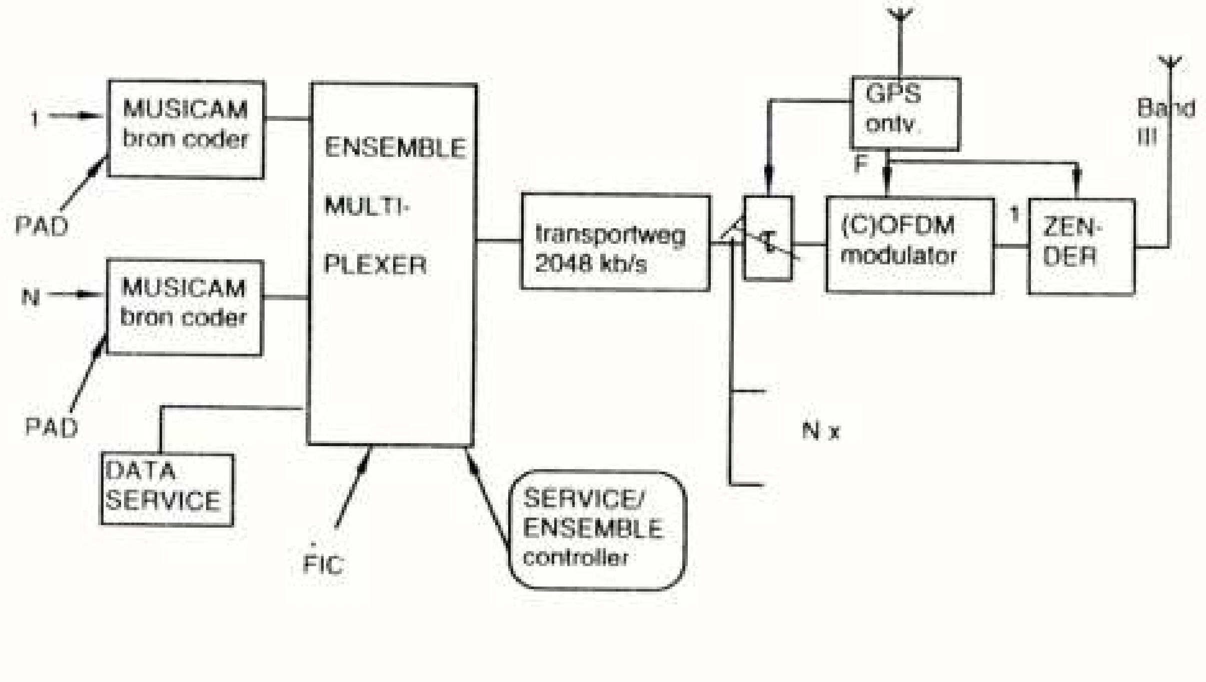
DAB is bedoeld om een betrouwbare service van hoge kwaliteit te geven voor vastopgestelde, draagbare en mobiele ontvangers.
Dit betekent een hoge beschikbaarheid (99%) van het DAB signaal in plaats en tijd in het gehele verzorgingsgebied en in het bijzonder in de bewoonde gebieden en langs autowegen.

Om een dergelijk netwerk tegen zo laag mogelijke kosten en met zo weinig mogelijk beslag op het frequentie spectrum te kunnen maken worden zoveel mogelijk bestaande zendstations en Single Frequency Networks (SFN's) gebruikt.

De resultaten van de Wiesbaden conferentie maken het mogelijk om in Nederland één SFN voor landelijke verzorging te maken en vier SFN's voor de verzorging van elk van de vier regio's (Noord, Midden, West en Zuid). Naar wens kunnen de vier regio netten gekoppeld worden tot een landelijke verzorging.

4.2 Net opbouw

De opbouw van een DAB zendernet is schematisch weergegeven in figuur 3.



Figuur 3. Opbouw van een DAB zendernet

Het is het meest economisch om op het overname punt van de studio het geluid te coderen.
Van de studio wordt het signaal getransporteerd naar de multiplex. Hier worden de signalen van de studio's en de andere data samengevoegd tot het DAB ensemble. Vervolgens wordt dit ensemble naar de zenders gedistribueerd via een 2 Mbit/s verbinding.

Bij de zenders vindt zonodig een tijd vertraging plaats om de looptijden te egaliseren. Dit is nodig voor het SFN bedrijf.
Ook vindt hier de COFDM modulatie plaats.

In de zender wordt het 1,5 MHz brede COFDM signaal omgezet naar de uitzend frequentie en versterkt. Dit wordt vervolgens naar de antenne gevoerd en uitgezonden. Afhankelijk van het te verzorgen gebied en beperkingen die voortvloeien uit de frequentieplanning zal de zend antenne rond stralend zijn of een bepaalde richtwerking hebben.

4.3 Goede ontvangst

De minimaal benodigde veldsterkte op 230 MHz is vastgesteld op 35 dBuV/m [3]. Dit is gebaseerd op een vereiste signaal-ruisverhouding (C/N) van 15 dB, een ontvanger ruisgetal van 7 dB, een geringe bijdrage voor man-made ruis en een eenvoudige sprietantenne.

Om dit minimaal benodigde signaal op de vereiste 99% locaties te verkrijgen dient het ontvangen signaal hoger te zijn (2,33 maal de standaard deviatie). Bij DAB wordt een standaard deviatie van 5,5 dB aangenomen, in een SFN kan de standaard deviatie van het totale signaal lager zijn.
Aangezien de propagatie predictiemethodes meestal uitgaan van een ontvangst hoogte van 10 m, wordt voor planning het benodigde minimum signaal genormeerd naar 10 m. Hiervoor wordt een factor van 10 dB gehanteerd [3].
De vereiste veldsterkte bij één zender (genormeerd naar een ontvanghoogte van 10 m) is dan:
35+(2,33*5,5)+10=58 dBuV/m

4.4 Zendvermogen
Het uitgezonden vermogen van DAB zenders hangt sterk af van de functie van de zender in het netwerk en kan, in Band III, variëren van enkele tientallen watts tot één of enkele kilowatts. Dit is zo'n 50 keer lager dan FM zenders met een vergelijkbaar bereik.
Het vereiste gemiddelde minimum signaal niveau voor DAB (58 dBuV/m, zie ook hoofdstuk 4.3) ligt in dezelfde orde als dat van FM (54 dBuV/m).
De reden dat het zendvermogen bij DAB lager is, ligt in het feit dat bij FM niet ruis, maar interferentie door andere zenders de limiterende factor is. Door het zeer grote aantal FM zenders in Europa ligt de werkelijk benodigde signaal sterkte aanzienlijk hoger dan de minimum waarde.
Bij DAB moesten verzorgingsgebieden met dezelfde frequenties dicht op elkaar liggen om elk land zijn deel te kunnen geven. De minimale onderlinge afstand is 80 km. Bij DAB ligt het interferentie niveau echter in orde van het natuurlijk ruis niveau, wat alleen mogelijk is door lage vermogens te gebruiken.

Er zijn echter nog een paar redenen waarom er relatief lage vermogens zijn. In SFN's is sprake van zogenaamde network gain. De signalen van alle zenders uit het SFN werken in een bepaalde mate samen, waardoor het totaal signaal hoger kan zijn dan dat van een enkele zender (zie ook hoofdstuk 4.5).

Hoog vermogen DAB zenders zouden overigens een relatief grote investering vragen. COFDM vereist dat de zender in een bandbreedte van ca 1,5 MHz zeer lineair is. Als vergelijking: een eind trap van 1 kW voor TV is een eind trap van 0,25 kW voor DAB.

4.5 Voorbeeld berekening van een SFN
Tabel 2 geeft een voorbeeld van de berekening van de veld sterkte op een lokatie in een SFN van 11 zenders van verschillend vermogen.

De gemiddelde veldsterkte van elke zender afzonderlijk is vermeld in kolom 3. Kolom 2 geeft het looptijd verschil aan met de zender waarop de ontvanger is gesynchroniseerd (zender #1).
Signalen binnen het guard interval van 246 usec worden geheel als gewenst meegenomen en het ongewenste deel is oneindig klein (zender #1 t/m #7, zie kolom 5).
Is het looptijd verschil groter dan 246 usec dan is het signaal deels gewenst, deels storend (zender #8 t/m #12). Het gewogen gewenste deel is aangegeven in kolom 4, het gewogen storende deel in kolom 5.
De totale gewenste veldsterkte blijkt in dit geval 57 dBuV/m te zijn, het totale ongewenste deel 21 dBuV/m.

1 Zender	2 relatieve vertraging usec	3 gemiddelde veldsterkte (dBuV/m)	4 gewogen gewenst (dBuV/m)	5 gewogen storend (dBuV/m)
1	0	55	55	-
2	6	50	55	-
3	85	37	37	-
4	105	37	37	-
5	144	28	28	-
6	192	28	28	-
7	197	27	27	-
8	270	20	20	-3
9	361	17	16	11
10	318	13	13	4
11	326	7	6	-2
	totaal	57 dB	21 dB	
	standaard deviatie	4,8 dB		

Tabel 1. Voorbeeld berekening van de veldsterkte in een SFN

De tabel geeft alleen de storing binnen het netwerk zelf aan (de intrinsieke storing van het netwerk). Daarnaast moet nog rekening worden gehouden met storing van andere SFN's op dezelfde frequentie en met storing van andere diensten, zoals bijvoorbeeld televisie.

In het voorbeeld van tabel 1 blijkt de standaard deviatie van het totale gewenste signaal 4,8 dB te zijn in plaats van de 5,5 dB voor elke afzonderlijke zender.
De vereiste veldsterkte in dit geval is daarom:
35+(2,33*4,8)+10=56 dBuV/m (vergelijk met hoofdstuk 4.4)
De totale veldsterkte (57 dBuV/m) is groter dan de vereiste veldsterkte
(56 dBuV/m), er is dus sprake van goede ontvangst.

Als het zendernet van tabel 1 geen SFN maar een Multi Frequency Network (MFN) zou zijn, is de gewenste veldsterkte voor 99% locaties:
55-(2,33*5,5)=42 dBuV/m
De totale veldsterkte van het SFN voor 99% van de locaties is:
57-2,33*4,8)= 46 dBuV/m
Het verschil wordt de "network gain" genoemd en is in dit voorbeeld dus 4 dB.

5. Conclusies

Experimentele DAB uitzendingen zullen plaatsvinden vanaf april 1996. Reguliere DAB uitzendingen worden in 1997 verwacht.

Landelijke en regionale DAB netten zullen gebruikmaken van frequenties in de band 174 - 230 MHz (Band III) en met name in het deel 216 - 230 MHz.
Voor lokale DAB netten zal de frequentie band 1452 - 1467 MHz (L band) gebruikt worden.
DAB zender netten zullen Single Frequency Networks (SFN's) zijn.

Referenties

[1] CEPT Recommendation T/R 52-02; Introduction of Terrestrial Digital Audio Broadcasting (T-DAB)

[2] Results of the Detailed Spectrum Investigation Phase II: 29.7 - 960 MHz, March 1994. European Radio Office, Copenhagen

[3] Special Agreement of the European Conference of Postal and Telecommunications Administrations (CEPT) realting to the use of the bands 47 - 68 MHz, 87.5 - 108 MHz, 174 - 230 MHz, 230 - 240 MHz and 1452 - 1492 Mhz for the introduction of Terrestrial Digital Audio Broadcasting (T-DAB).

Voordracht gehouden tijdens de 440e werkvergadering

PROFESSOR IR.C.L. VAN DER BILT C.I. (1875-1947) NESTOR VAN DE RADIO-TELEGRAFIE IN NEDERLAND

ir.W.W.Schongs Pr.Eng.
T.U. Delft,
Werkgroep Geschiedenis der Electrotechniek

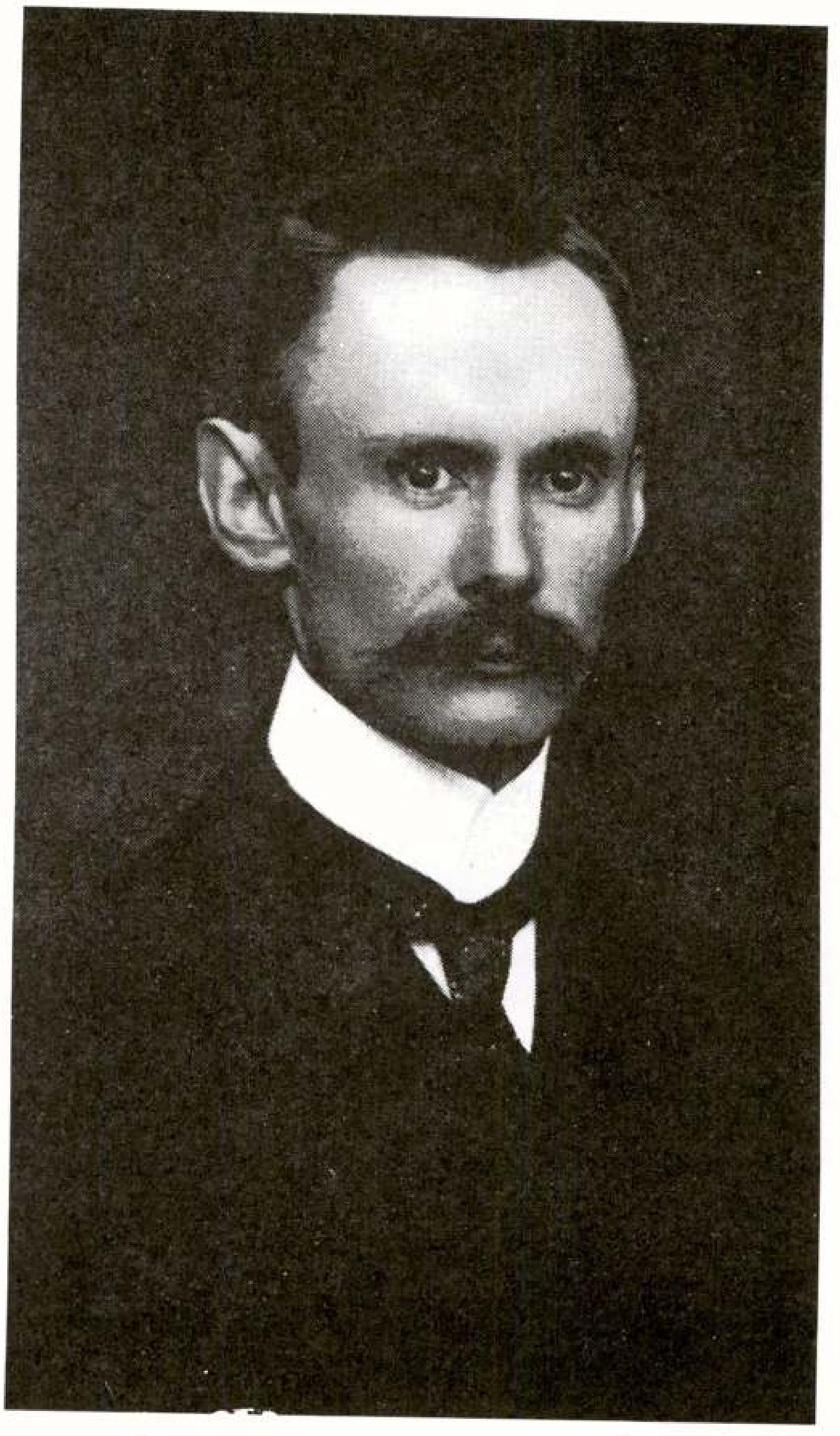
Summary

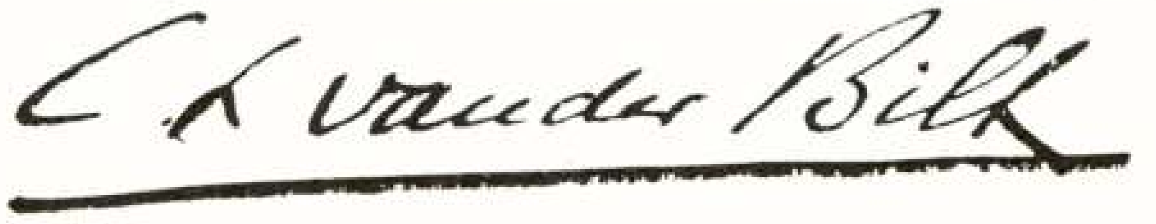
A historical overview is given of the work of Professor Cornelis Van der Bilt who, associated with the Delft University of Technologysince 1905, was the first person in The Netherlands to shape Telephony & (Radio-)Telegraphy into an academic science. Hitherto courses in this field of electrotechnology had only been provided by companies. In 1909 he published a university textbook on electrical engineering, which was reprinted many times. In 1913, just before the outbreak of the 1914-1918 war, it had been the wish of the Dutch government to establish a direct wireless connection between the Kingdom of The Netherlands and the Dutch East-Indies. Mr.Van der Bilt was appointed head of a team of engineers investigating the feasibility of such a project. Relying on proven spark techniques rather than using more vulnerable machine generators of h.f. waves for the overseas station, tests were successful by April 1919. At the turn of the century he was one of few aristocrats who took serious interest in a technical career. Their relatively high responsibilities prompted Professor Van der Bilt to call for better public appreciation of engineers. Besides his professoral duties he was an able administrator and an experienced politician.

De Nederlandse hoogleraar Van der Bilt, die in 1905 de nieuwe leerstoel 'Zwakstroomtechniek' ging bezetten aan de Technische Hoogeschool, was zelf afgestudeerd aan de voorloper daarvan: de Polytechnische School Delft.

Volgens de Onderwijswet van 1863 voorzag dit Polytechnicum nadrukkelijk in 'middelbaar' onderwijs en was het daarom niet gelijkgesteld met een universiteit. Naast verschil in aanzien had dit consequenties voor de studievrijheid. Zo werden slechts éénmaal per jaar overgangsexamens afgenomen, wat voor de studenten een grote belasting vormde en eerder tot machinaal oplossen van vraagstukken leidde dan tot een goed theoretisch inzicht. Aldus een artikel in 'De Ingenieur' van 1890, dat ondertekend was door 'Eenige ingénieurs', die het voorts wenselijk achtten om een tentamen-systeem zoals op de universiteiten in te voeren.

Nochtans voorzag het Polytechnicum in een ruim opgezette fysische ondergrond, die voor alle studierichtingen gelijk was. Studenten werktuigbouwkunde en zij die civiele techniek studeerden bezaten zo allen één en dezelfde natuurkundige basis, die twee jaar van vijf uur college per week bedroeg. Onderwerpen als de 'Electriciteit' en de 'Electromagnetismus' maakten daar deel vanuit. Kamerlingh Onnes was vervolgens de eerste docent, die enkele praktische toepassingen van electriciteit be-





Figuur 1. Professor ir. Cornelis Lodewijk van der Bilt c.i. in het jaar van zijn benoeming aan de TH Delft (1905).

handelde. Voor een afgeronde vakopleiding op dit gebied kon men wel al terecht bij het Koninklijk Instituut van Ingenieurs (KIvI). Eind jaren tachtig werd het ontbreken van officieel electrotechnisch onderwijs aan het Polytechnicum als een probleem ervaren. Om die nood te lenigen ging de leraar toegepaste natuurkunde Snijders er vanaf 1888 een cursus 'Electrotechniek' verzorgen, die nog niet wettelijk geregeld was en die niet werd geëxamineerd. In 1890 werden electrische verlichting, transformatoren en 'electro-moteurs' op bescheiden wijze onderdeel van het vak toegepaste natuurkunde. Als afgestudeerde kon men zijn electrotechnische kennis uitbreiden door aan de Technische Hogeschool van Luik in België of Aken in Duitsland een cursus te volgen, die na voldoend examen recht gaf op de titel van electrotechnisch ingenieur in het betreffende land.

Levensloop

Cornelis Lodewijk van der Bilt werd op 20 april 1875 geboren te Kapelle (Zeeland). Hoewel de familie gedurende vele generaties hoge bestuursfuncties had vervuld in het Zeeuwse land, koos hij toch voor een technische opleiding. In 1892 ging hij civiele techniek studeren aan de Polytechnische School te Delft, om in 1896 het ingenieursdiploma te behalen. Hij begon zijn loopbaan niet als electrotechnicus, maar ging eerst bij Rijkswaterstaat werken. Een jaar later reeds trad hij als aspirant-ingenieur in dienst van 's-Rijks Telegraaf. Daar werd hij in 1899 bevorderd tot districts-ingenieur te 's-Hertogenbosch en in 1901 volgde zijn benoeming tot districts-ingenieur te 's-Gravenhage.



Figuur 2. Seinzaal in het telegraafkantoor te Amsterdam rond 1900; op de voorgrond Hughes-telegrafen.

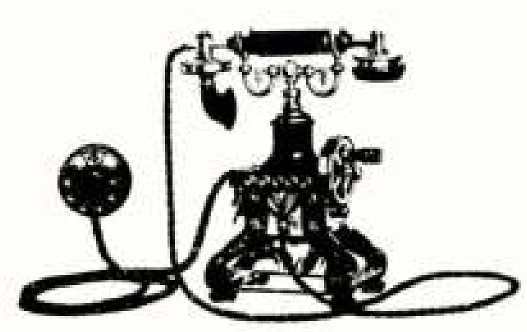
Dat hij snel opklom, kwam mede doordat hij in korte tijd over een behoorlijke kennis van telefonie en telegrafie beschikte.
Hem was daarbij van grote steun geweest dat 's-Rijks Telegraaf al bijna vijftig jaar eigen bedrijfsopleidingen verzorgde. Het grote naslagwerk 'Handboek voor den Technischen Kantoordienst' beschreef nauwkeurig de werking van alle gebruikte apparatuur. Per uitgave aangevuld met technische vernieuwingen, kwam er in 1908 wegens de steeds belangrijker wordende telefoon een hoofdstuk over koolmicrofoons bij.
Ondertussen was van diverse zijden de wens geuit om, in navolging van België en Duitsland, ook hier te lande het diploma van elektrotechnisch ingenieur in te stellen. Een voorstander daarvan was Snijders, een leermeester van Cornelis van der Bilt. Mogelijk was hem het jonge talent van die student al opgevallen, om deze in een latere fase te benaderen voor de nieuwe leerstoel in de zwakstroomtechniek. Men liet zo een Nederlander uitgroeien tot het hoogste onderwijsambt op dit vakgebied. Toen in 1905 de hele Polytechnische School werd omgezet in de Technische Hoogeschool Delft, kon Van der Bilt als hoogleraar aan de nieuwe E-richting de vakken 'Telefonie/ Telegrafie' en 'Signaalwezen' presenteren. Nadat in 1908 het college 'Draadlooze-' of 'Radio-Telegrafie' op het lesrooster stond, begon hij aan het standaardwerk 'Zwakstroomtechniek', dat in 1914 uitkwam en eigenlijk het verzamelde werk van zijn colleges was. Bij de totstandkoming ervan was vooral uit buitenlandse vakliteratuur geput. Ook waren bedrijfshand- leidingen van 's-Rijks Telegraaf, de Hollandsche IJzeren Spoorweg-Mij en van de Mij tot Exploitatie van Staats-spoorwegen voor dit werk geraadpleegd.

DE

ZWAKSTROOMTECHNIEK,

DOOR

C. L. VAN DER BILT,

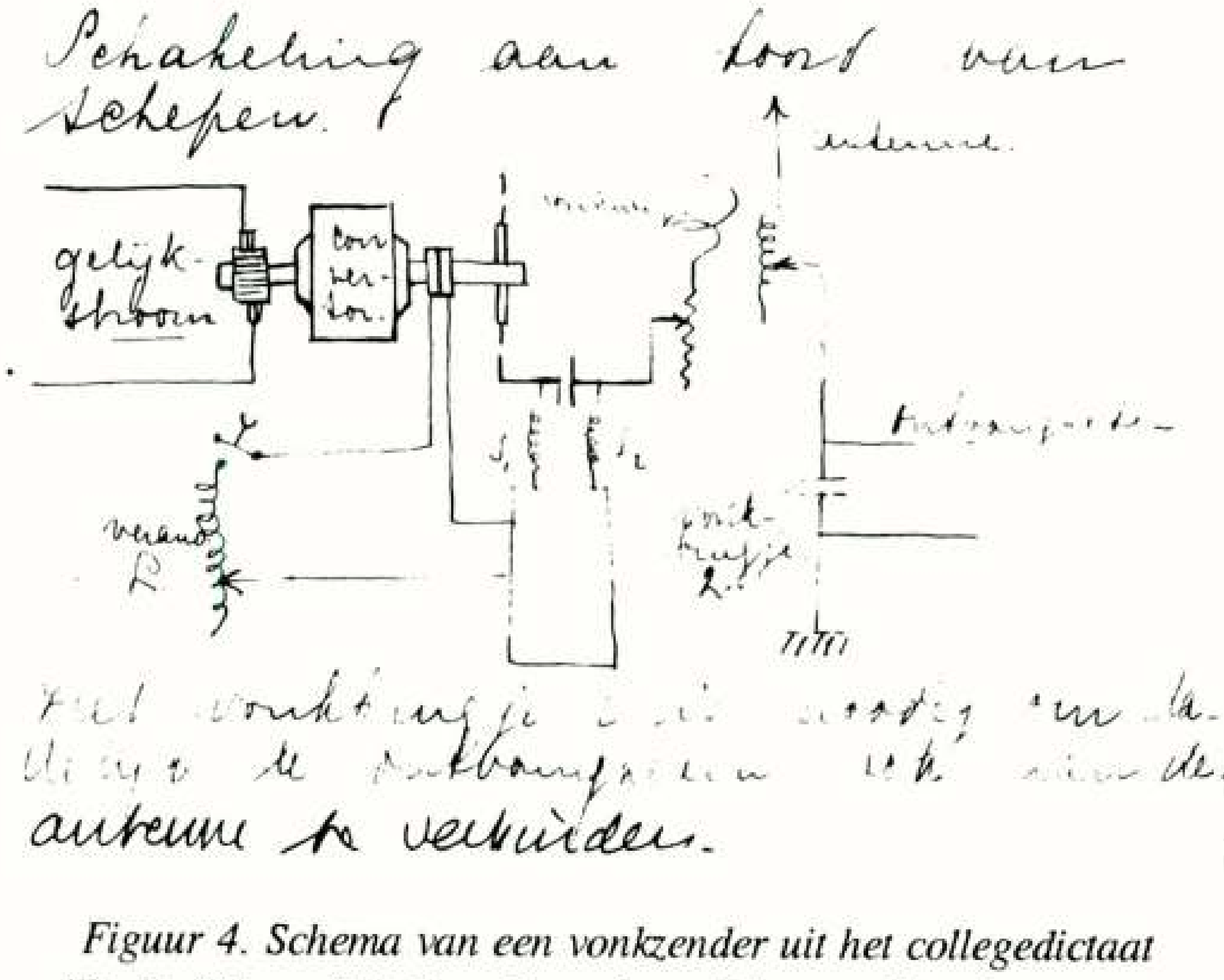


AMSTERDAM.
VAN MANTGEM & DE DOES.

Figuur 3. Het standaardwerk uit 1914 over (radio-) telegrafie & -telefonie en het signaal-wezen.

In 1905 was speciaal voor de sterkstroomvakken vanuit het buitenland de electrotechnicus Feldmann aangetrokken. Desondanks werd Van der Bilt door de 'Vereeniging tot het uitgeven van beknopte handleidingen bij het onderwijs aan de T.H.' gevraagd een algemeen studie- en naslagwerk voor de nietelectrotechnische studenten te schrijven. Het 'Beknopt Handboek der Electrotechniek' uit 1909 voorzag vele jaren in een behoefte. In 1932 uitgebracht in een bewerking van Thierens; in 1947 ging

het opnieuw in druk. Tot in de jaren zeventig bleef er een kleine vraag naar dit werk bestaan.
Op 10 april 1908 promoveerde bij hem dr.ir.N. Koomans op het proefschrift 'Over den invloed der zelfinductie in telefoongeleidingen'. Het was een nadere beschouwing van het feit, dat uit de theorie van de lange leidingen (c.q. de telegraafvergelijkingen) was gebleken dat bijschakeling van reactantie een geringere lijndemping gaf. Proeven met draadloze communicatie gingen echter voort. De pogingen van Marconi om met vonk- zenders steeds grotere afstanden te overbruggen, hadden Van der Bilts belangstelling, die verscheidene malen hierover schreef in het blad 'De Ingenieur'. In 1913 nam hij zitting in een klein comité met het doel een plan te ontwerpen voor een draadloze verbinding tussen Nederland en West-Java.
De man die in 1916 bij hem promoveerde op 'Radiotelegrafie in de Tropen' en in 1919 de eerste rechtstreekse radio-verbinding Java-Holland tot stand bracht was dr.ir.C.J. de Groot.
Met hun vastere draaggolf en beter onderdrukte harmonischen waren machinezenders technisch veel geavanceerder. Echter zouden de bedrijfsvoering en het onderhoud van de apparatuur duidelijk om een hogere technologische cultuur vragen. Reden waarom, in het licht van de Nederlandse neutraliteitspolitiek, aan Nederlands-Indische zijde voor het nogal simpele concept van de vlamboogzender was gekozen.



Figuur 4. Schema van een vonkzender uit het collegedictaat 'Radio-Telegrafie' door de studente Johanna Manders, cursus 1913-'14

Ondertussen was het duidelijk geworden dat electronen-lampen, wegens hun vele nog ongekende toepassingsmogelijkheden, een grote toekomst hadden. Mede omdat deze als één van de eersten in Nederland ermee had geëxperimenteerd, gaf Van der Bilt aan zijn assistent ir.L.H.M. Huydts in 1920 opdracht een hoogfrequent laboratorium in te richten. Dit initiatief zou tot een nuttig samenwerkingsverband tussen de TH Delft en de Nederlandse electronica-industrie leiden.
Als lid van de Octrooiraad zag hij bij Huydts' lampvoltmeter direct het belang in van wettelijke bescherming voor deze uitvinding. Daardoor kon, op grond van een bijzonder ontwerpdetail, aan Huydts in 1929 een Nederlands octrooi èn een Engels patent worden verleend.

Al vroeg had Van der Bilt zich sterk gemaakt voor een betere maatschappelijke waardering van ingenieurs. Daarom moest hij tot zijn lichte ergernis vaststellen, dat er in het nieuwe Nederlandsch Biografisch Woordenboek van 1911 niet één enkele ingenieur vermeld stond. In 1907 had hij het idee nog ondersteund dat, gezien hun verantwoordelijkheden, het land gediend was bij een grotere hoofdelijke vertegenwoordiging van ingenieurs in de Tweede Kamer der Staten Generaal dan de vier van dat moment. Zodra de professorale plichten dit toelieten, stelde hij zich dan ook verkiesbaar voor een openbare bestuursfunctie. In 1913 werd hij (samen met de latere dr. Willem Drees) als gemeenteraadslid van Den Haag geïnstalleerd. Wegens overbelasting zou dat wellicht op den duur aanleiding kunnen geven tot enige verstarring van de colleges, ofwel dat alleen de basis van het vak nog zou worden doorgegeven. Uit nagelaten collegediktaten blijkt echter dat hij de radio-telegrafie uitvoerig behandelde; vanaf de allereerste vonk- zenders werd steeds de stand van de techniek gevolgd. Zo kwamen er verschillende typen van machine-zenders bij en werd het college met diverse soorten lamp- en vlamboogzenders verder uitgebreid. Waarschijnlijk als adviseur bleef Van der Bilt nog betrokken bij de Nederlandse telefoondienst en maakte zo de voltooiing mee van het nationale (handbediende) telefoonnet, alsmede de opkomst van de eerste automatische centrales. Op 25 juni 1920 was dr.ir.C.E.A. Maitland zijn derde promovendus met als proefschrift: 'Staatstelefoon Exploitatie'.
Er verschenen van zijn hand publicaties over radio-telegrafie en over vernieuwingen op het gebied van telefonie.
Voor studiereizen binnen de landsgrenzen had hij blijkbaar geen toestemming van de TH nodig. Wèl vermeldde het Jaarboek der Elektrotechnische Vereeniging (ETV), dat in 1924 aan Van der Bilt buitenlands verlof was verleend naar Zwitserland. Volgens diezelfde bron ging hij ook eens naar Engeland, voor een regeringsopdracht.

Met zijn verkiezing tot lid van de Tweede Kamer der Staten-Generaal op 3 juli 1929, werd ook iets van zijn ideaal verwezenlijkt om meer ingenieurs bij de landspolitiek te betrekken.
Vrijwel meteen liet hij zich als hoogleraar op non- actief stellen, teneinde als ad interim 'privaat-docent' de leeropdracht voort te zetten. Op die manier kon hij colleges blijven geven en hield hij de leerstoel bezet voor het geval dat er in 's Lands Kamer iets mis ging. Hoewel als volksverte- genwoordiger geïnstalleerd, gaf hij nog één jaar lang alle colleges, maar geleidelijk nam de in 1930 benoemde Professor Bähler ze van hem over. In het cursusjaar 1932-'33 gaf hij voor de laatste keer 'Radio-Telegrafie'.
Nadat in mei 1933 de gemeenteraad van 's-Gravenhage hem tot wethouder verkoos, stelde hij zich niet meer beschikbaar voor een volgende termijn in de Kamer. Tevens verzocht hij om ontslag als hoogleraar aan de TH Delft, wat hem op 13 juni 1933 eervol werd verleend.

Aristocraat

Omdat Van der Bilt's familie altijd openbare bestuursfuncties had vervuld -zijn vader was commies/griffier te Goes- was het opvallend dat hij niet dezelfde weg volgde, maar aan een nieuwe toekomst in Den Haag en Delft de voorkeur gaf. Dat gold ook

zijn voor broer Jan van der Bilt (1876-1962), die wiskunde en astronomie studeerde en als sterrekundige internationale bekendheid kreeg. Er zijn wel enige factoren aan te voeren die bij de beroepskeuze hebben meegespeeld. In verband met haar gezondheid vestigde hun moeder zich in het Zuid-Franse Pau. De broers Jan en Cornelis, alsmede hun zuster Anna (geb. 1877) gingen met haar mee en maakten daartoe, de kleuterjaren nauwelijks ontgroeid, de verre treinreis via Brussel en Parijs richting Pyreneeën. Enkele dagen lang nieuwe steden, treinen, seinen, wissels en telegraafpalen konden, zo hij daar gevoelig voor was geweest, heel wel mogelijk de basis voor Cornelis' latere beroepscarrière hebben gevormd. De confrontatie met het fenomeen 'telegrafie' was kennelijk indrukwekkend geweest. Met dit machtige middel konden ze immers met hun vader in Goes in contact blijven. De jaren dat hij het Lycée te Pau bezocht werd hij in de Franse taal onderwezen en vernam hij van Frankrijk's geschiedenis. Op 7 juni 1884 overleed zijn moeder. Nog geen tien jaar oud kwam hij terug naar Nederland. Plaatsing in een reguliere lagereschool leek niet opportuun, zodat hij eerst het Instituut Bouscholte en het Schoolinstituut Mejuffrouw J.C. Tesch te 's-Gravenhage bezocht, alvorens de vierde en vijfde klas van een gewone HBS te doorlopen.

Cornelis van der Bilt had zo het milieu van de Zeeuwse notabelen nooit echt leren kennen, maar toen hij voor de beroepskeuze stond, had hij al besloten civiel ingenieur te willen worden. Na vier studiejaren behaalde hij, amper 21 jaar oud, het diploma c.i. Afkomstig uit een Nederlandse patriciërsfamilie was het hem met die wat ruimere visie niet vreemd om over bestuurlijke zaken mee te praten. Zijn moeder was Jonkvrouw Henriëtte de Vos tot Neederveen Cappel. Zelf trad hij op 15 maart 1900 in het huwelijk met Jonkvrouw Emma Johanna van der Does de Bije.

Al met al werd hij capabel geacht èn bereid gevonden om mettertijd de hogere intelligentsia in de 'Zwakstroomtechniek' te onderrichten. Aan die verwachtingen zou hij beantwoorden. Met een duidelijke taakstelling had hij zich zó goed op het aanstaande hoge ambt kunnen voorbereiden, dat hij zichzelf later als politicus eigenlijk nooit meer wist te overtreffen.

Het was op grond van zijn verdiensten als hoogleraar, dat hem een Koninklijke onderscheiding werd verleend. Op 31 augustus 1929 werd Professor ir.C.L. van der Bilt 'wegens buitengewone bekwaamheid in wetenschappen' benoemd tot 'Ridder in de Orde van den Nederlandschen Leeuw'.

Niettemin bleek zijn goede patriciërsbloed uit de vele bestuurlijke taken, die hij niet schroomde op zich te nemen:

Bestuurslid Waals Hervormde gemeente te 's-Gravenhage, 1909.
Bestuurslid Waals Hervormd weeshuis te 's-Gravenhage, 1912.
Buitengewoon lid van de Octrooiraad te 's-Gravenhage, 1913.
Voorzitter Rijkskantoor voor Verlichtingsproducten, 1914-1918.
Secretaris van de Senaat TH-Delft, 1913-1916.
Rector Magnificus TH-Delft, 1923-1924.
Voorzitter Afdeling Elektrotechniek van het KIvI.
Lid van diverse commissies van de International Electrotechnical Commission te Londen, 1925.
Voorzitter Bestuur Nederlandsch Radiogenootschap.
Lid Bijzondere Commissiën (onderwijs en onderzoek) van de Nederlandsche Vereeniging voor Radio-Telegrafie, 1929.
Lid Rijkscommissie voor werkverruiming, 1934.
Voorzitter Raad van Beheer Haagsche Tramweg-Mij, 1935.
Lid van de Tweede Kamer der Staten Generaal, 1929-1933.
Gemeenteraadslid van 's-Gravenhage, 1913-1942.

Op 12 september 1938 werden Drees en Van der Bilt vanwege hun 25-jarig jubileum als raadslid van de gemeente Den Haag toe- gesproken door burgemeester De Monchy.

Per 1 juli 1940 vertrok De Monchy en werd Van der Bilt locoburgemeester van Den Haag. Onder zijn leiding ging het college min of meer gewoon door totdat op 15 juni 1942 een nieuwe burgemeester (Westra) werd benoemd en de wethouders hun ontslag vroegen, wat prompt werd verleend. Wellicht was Van der Bilt voor alle partijen steeds de keurige patriciër, die zich alleen binnen zijn bevoegdheden verzette en illegaal werk nutteloos en gevaarlijk achtte. Als volksvertegenwoordiger was hij stellig meer kwetsbaar dan als hoogleraar aan de TH Delft.

Enkele jaren later zou men nog éénmaal van hem vernemen. Dat was via het voorwoord bij de laatste druk van zijn 'Beknopt Handboek', getekend: Den Haag, juli 1946.

Conclusies:

- Nestor academisch onderricht radio-telegrafie in Nederland.
- Man met visie op invloedrijke, centrale posities.
- Klassieke stijl hoogleraar; diverse publicaties.
- Aristocraat met technisch-wetenschappelijke carrière.

Met dank aan Werkgroep Geschiedenis der Electrotechniek van de TU Delft.

Bronnen-verantwoording:

(1) POLYTECHNISCHE SCHOOL DELFT: Programma der Lessen, jaargangen 1864-'65 t/m 1904-'05.

(2) EENIGE INGENIEURS (pseud.): 'Onze Polytechnische School'.
De Ingenieur, 1890, nr.10.

(3) 'S-RIJKS TELEGRAAF: 'Handboek voor den Technischen Kantoordienst', uitgaven 1901 en 1908.

(4) BILT C.L. VAN DER: Inaugurele rede aan de Polytechnische School Delft, op 7 October 1904. De Ingenieur 1904, nr.45.

(5) TH-DELFT: 'Gedenkschrift Koninklijke Akademie en Polytechnische School 1842-1905'. J.Waltman Jr., Delft, 1906.

(6) TH-DELFT: 'Programma der lessen', jaargangen 1906-'07; 1911-'12 t/m 1918-'19 en 1926-'27 t/m 1948-'49.

(7) BILT C.L. VAN DER: 'Telegrafie' (bij het college).
J.Waltman, Delft, 1907. In 1917 herzien door L.H.M. Huydts.

(8) BILT C.L. VAN DER: 'Ingenieurs in de Raad van State'.
De Ingenieur, 1907, nr.18.

(9) BILT C.L. VAN DER: 'De telefoondienst in Nederland'.
De Ingenieur, 1907, nr.52.

(10) BILT C.L. VAN DER: 'Telefonie' (bij het college).
J.Waltman, Delft, 1908.

(11) BILT C.L. VAN DER: 'Verslag der commissie Rijks post- en telegraafgebouw te Amsterdam'. De Ingenieur, 1908, nr.25.

(12) KOOMANS N.: 'Over den invloed der zelfinductie in telefoon- geleidingen' (dissertatie). J. Waltman, Delft 1908.

(13) BILT C.L. VAN DER: 'Beknopt Handboek der Electro-

techniek'. J.Waltman, Delft, 1909.
14) BILT C.L. VAN DER: 'Het diploma e.i. als eisch van benoembaarheid'. De Ingenieur, 1909, nr.51.
(15) BILT C.L. VAN DER: 'Nieuwere telefoonstelsels', Hand- en automatische telefooncentrales. De Ingenieur, 1910, nr.23.
(16) BILT C.L. VAN DER: 'Eenige opmerkingen over de Brusselsche tentoonstelling'. De Ingenieur, 1911, nr.6.
(17) BILT C.L. VAN DER: 'De 'International Electrotechnical Commission'. De Ingenieur, 1911, nr.10.
(18) CENTRAAL BUREAU GENEALOGIE EN HERALDIEK (uitgever): 'Nederlands Patriciaat anno 1911'. 's-Gravenhage, 1911.
(19) MOLHUYSEN P.C. en BLOK P.J.: 'Nederlands Biografisch Woordenboek'. Sijthoff's Uitgevers-Mij, Leiden, 1911.
(20) BILT C.L. VAN DER: 'Een nieuw Nederlandsch biografisch Woordenboek'. De Ingenieur, 1911, nr.23.
(21) BILT C.L. VAN DER: 'De Technische Hoogeschool en de Nederlandsche taal'. De Ingenieur, 1911, nr.30.
(22) BILT C.L. VAN DER: 'Gesplitste telefoonaansluitingen'. De Ingenieur, 1912, nrs. 22; 26 en 28.
(23) BILT C.L. VAN DER: 'De studie aan de TH te Delft'. De Ingenieur, 1912, nr.34.
(24) BILT C.L. VAN DER: 'Demonstratie op het gebied der Automatische Telefonie'. Op congres te Delft, maart 1913.
(25) BILT C.L. VAN DER: 'Signaalwezen', collegedictaat van de studente Johanna Manders, cursusjaar 1913-'14.
(26) BILT C.L. VAN DER: 'Een radio-telegrafische gemeenschap tusschen Nederland en Nederlandsch Oost-Indië'. De Ingenieur, 1913, nr.42. Kritiek onder pseudoniem 'Electricus' en repliek van de auteur. De Ingenieur, 1914, nrs. 9 en 15.
(27) BILT C.L. VAN DER: 'De Zwakstroomtechniek', Electrotechn. School deel IV. Van Mantgem & de Does, Amsterdam, 1914.
(28) BILT C.L. VAN DER: 'Rijks telefoon exploitatie'. De Ingenieur, 1914, nr.19.
(29) BILT C.L. VAN DER: 'Draadlooze-Telegrafie', collegedictaat van de studente Johanna Manders, cursusjaar 1914-'15.
(30) GROOT C.J. DE: 'Radiotelegrafie in de Tropen' (diss). N.V. Electrische drukkerij 'De Atlas', 's-Gravenhage, 1916.
(31) DAM I. VAN: 'De Zwakstroomtechniek door ir.C.L. van der Bilt'. Recentie van de tweede druk. De Ingenieur, 1918, nr.47.
(32) MAITLAND C.E.A.: 'Staatstelefoon Exploitatie' (diss). S.P.A. Koumans Boekbinder te Delft, 1920.
(33) AFDELING ELECTROTECHNIEK VAN HET KIvI: 'Vergadering gehouden te Sambeek'. De Ingenieur, 1920, nr.29.
(34) RAPPORTEN van de Commissie van den Technische Dienst bij het Staatsbedrijf der P.T.T. 's-Gravenhage, 1923-'24.
(35) BILT C.L. VAN DER: 'Geschiedenis van de Technische Hoogeschool, het studiejaar 1923-24'. Rede uitgesproken als rector magnificus bij de overdracht aan Prof. C. Feldmann.
(36) BILT C.L. VAN DER: 'De ontwikkelingsgang der radiotele-grafie', rede op de gedenkdag der TH Delft, 8 januari 1924.
(37) BILT C.L. VAN DER en L.H.M. HUYDTS: 'Onderzoek van hoogfrequentie kringen' (decrementsmetingen), Radio-Nieuws, 1928.
(38) BILT C.L. VAN DER en L.H.M. HUYDTS: 'Interferentie toongenerator', Radio-Nieuws, oktober en december 1929.
(39) Nederlandsche Vereeniging voor Radio-Telegrafie: 'Berichten van de Vereeniging'. Radio-Nieuws, 1919.
(40) POGGENDORFS J.C.: Biografisches Handwörterbuch, Band VI. Jaargangen 1923-1931. Verlag Chemie, Berlijn, 1936.
41) BILT C.L. VAN DER: 'Radio-Telegrafie I & II', collegedictaat door de student J.Ravoo; cursusjaar 1931-'32.
(42) ETV TH Delft: Jaarboeken 1924; '25; '29 en '33.
(43) MONCHY DE: Rede bij het 25-jarig jubileum als raadslid van Van der Bilt en Drees. 's-Gravenhage, 12 september 1938.
(44) VAN HOLKEMA EN WARENDORF N.V.: 'Persoonlijkheden in het Koninkrijk der Nederlanden'. Amsterdam, 1938.
(45) POGGENDORFS J.C.: Biografisches Handwörterbuch, Band VIIb. Jaargangen 1932-1962. Akademie-Verlag, Berlijn, 1980.
(46) SCHONGS W.W.: 'Prof.ir. L.H.M. Huydts (1890-1974), Elektronica-pionier'. Tijdschrift van het NERG, 1994, nr 2.
(47) BOOM B. VAN DEN: 'Den Haag in de Tweede Wereldoorlog'. SeaPress, Den Haag, 1995.

NERG CD-ROM ter gelegenheid van het 75-jarig jubileum.

Bij dit exemplaar van het Tijdschrift is een CD-ROM gevoegd die de geschiedenis van het NERG belicht.
Om de CD-ROM te kunnen afspelen met alle geluids- en video- effecten is een multimedia PC volgens de MPC-II standaard wenselijk. Dit houdt in dat U minstens een double-speed CD-ROM speler moet hebben met een SoundBlaster compatibele audio-kaart.

Verder is een PC met minimaal 4Mb geheugen en een 486-DX33 processor (of beter) vereist. Een harddisk met accesstijd van beter dan 15 msec is eveneens wenselijk.
Daarnaast is een SVGA videokaart met een resolutie van 640x480 in 256 kleuren en bijbehorende kleurenmonitor benodigd voor een passende kwaliteit van de presentatie.

De CD-ROM moet worden geïnstalleerd vanuit de hoofddirectory van Uw CD-speler (bijv. D:). Ga daarvoor eerst naar deze directory (bijv. via D: <Enter>). Typ dan na de D:\ prompt het commando INSTALL<Enter>. U wordt nu door een procedure geleid waarbij een aantal files naar een C:\NERGCD directory op Uw harde schijf gezet worden. Hiervoor is ongeveer 7Mb schijfruimte benodigd.
Door deze installatie kan het programma aanzienlijk sneller verlopen dan louter via de CD-ROM, alhoewel dit altijd mogelijk blijft.

Daarna moet U het programma vanuit de D:\ prompt opstarten met het commando START NERG <Enter>. Wanneer U geen installatie op C: uitgevoerd hebt kunt U toch het programma rechtstreeks van CD-ROM spelen via het commando START NERGCD. (Dit is echter vanwege de traagheid niet aan te bevelen).

Tijdens het opstarten kan gevraagd worden naar Uw Audio kaart. Voor een soundblaster compatibele kaart moet er in het DOS-environment een variabele BLASTER gedefinieerd zijn van de vorm:

BLASTER=A220 I5 D1 T2

waarbij A220 het I/O-adres is, I5 duidt op IRQ-5, D1 staat voor DMA-kanaal 1 en T2 het kaarttype (2 voor SB-pro, 1 voor SB) aangeeft.
Meestal is deze variable tijdens het opstarten van Uw PC al aangemaakt, maar anders moet U vooraf met het commando SET BLASTER=A220 I5 D1 T2 hiervoor zorgen (of voor een aangepaste set van instellingen).

Het NERG-programma maakt gebruik van audio en video en tracht zelf Uw configuratie te achterhalen. Mocht U problemen hebben met het beeld op Uw monitor, dan kunt U een keuze maken door het programma aan te roepen volgens START NERG /G <Enter>.

Houdt U toch problemen dan kan het zijn dat Uw video-kaart niet volledig SVGA compatibel is. Probeer in dat geval STARTV NERG , waardoor er een VESA-driver geladen wordt die de problemen mogelijk kan verhelpen.

Wilt U zonder Audio werken dan volstaat START NERG /A
Om de test van de soundblaster over te slaan kunt U gebruik maken van START NERG /B

Verder is het mogelijk om direct naar een bepaalde pagina in het programma te gaan via START NERG /Kxx, waarin xx het pagina-nummer is. Bijv. met START NERG /K3 komt U meteen in het hoofdmenu. Hiervoor is ook het commando KWIK te gebruiken.
Combinatie van alle hiervoor gebruikte parameters (/B /G /Kxx etc.) in een enkele aanroep is mogelijk.

De programmatuur maakt gebruik van een Microsoft compatibele muis, waarmee allerlei knoppen aangeklikt kunnen worden. Ook zijn er in diverse schermen zogenaamde "hot-spots" aangebracht die bij aanklikken een actie opstarten. U kunt deze hot-spots herkennen doordat de muis-pijl hierboven verandert in een "hand". De meeste knoppen zijn ook door het indrukken van een keyboard-toets te benutten - de betreffende toets is dan onderstreept in de tekst op de knop weergegeven.

Het kan gebeuren dat vanwege compatibiliteitsproblemen de muis niet goed functioneert. Zorg er voor dat U de meest recente muisdriver in gebruik hebt - laat zonodig Uw handelaar hiervoor zorgen. Zijn er toch tijdens de presentatie problemen met de muis, probeer dan een 'slider' van een window te verplaatsen of breek het programma af en start het opnieuw.

Verder zijn een aantal files op de \NERG directory natuurlijk ook te copieëren en elders te gebruiken. Zo zijn de meeste plaatjes als PCX-file aanwezig en kan ondermeer de ledenlijst (LEDEN.TXT) en de INDEX van het Tijdschrift (INH.TXT) benut worden voor ander gebruik. Ook zult U enkele *.EXE files tegenkomen die meestal een separaat afspelende dia-reeks te zien geven. (copieëren van deze files naar de harddisk levert meestal een sneller werkend resultaat)

Veel succes met Uw NERG CD-ROM !

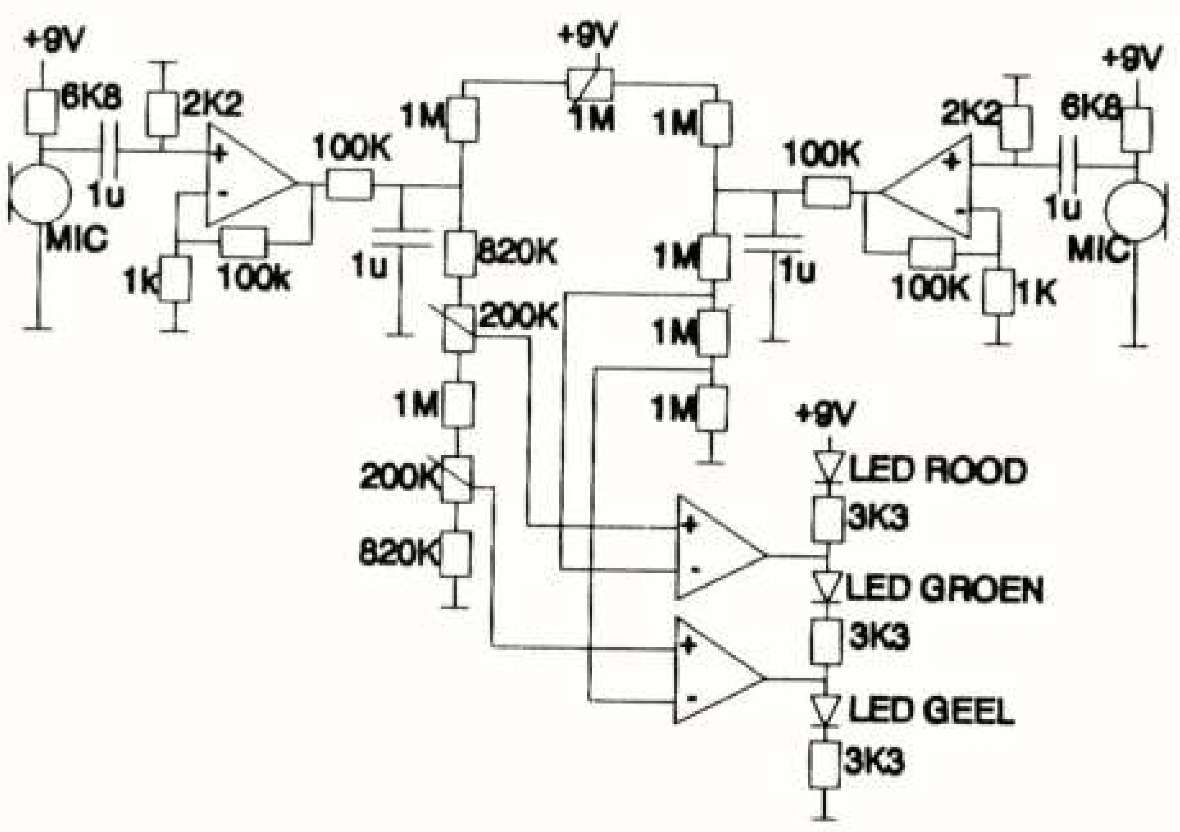
Donatie NERG aan de Elektrowinkel

In het kader van het 75-jarig jubileum wilde het NERG een nuttige bijdrage leveren aan de samenleving. Zij heeft daartoe een aantal instellingen gesponsord, die tot doel hebben mensen te helpen. Ook aan de Elektrowinkel heeft het NERG een donatie gedaan. De meeste mensen kennen de Wetswinkel, waar partikulieren nagenoeg kosteloos om rechtshulp kunnen vragen. Er zijn echter op iedere universiteit in Nederland Wetenschapswinkels gevestigd, die precies als de Wetswinkel kosteloos mensen helpen met hun problemen. Ook op de Technische Universiteit Eindhoven zijn acht Wetenschapswinkels gevestigd, ieder met hun eigen vakgebied en doelgroep. Hiertoe hoort ook de Elektrowinkel. De onderzoeken van de Wetenschapswinkels worden verricht door vrijwillige studenten, eventueel bijgestaan door wetenschappelijk personeel van de technische universiteit.
De Elektrowinkel richt zich hierbij, zoals de naam al doet vermoeden, op problemen die met elektrotechniek te maken hebben. De Elektrowinkel kan bij een scala van elektrotechnische problemen een helpende hand bieden. Wanneer een gehandicapte bijvoorbeeld problemen heeft met het bedienen van een apparaat, kan het op wensspecificatie worden aangepast. Natuurlijk kunnen ook geheel nieuwe producten worden ontwikkeld, zoals een sprekende liniaal voor slechtzienden. Daarnaast kan de Elektrowinkel ook van dienst zijn door het uitbrengen van elektrotechnische adviezen over de meest uiteenlopende zaken. Net zoals bij de andere Wetenschapswinkels is alle hulp die de Elektrowinkel biedt in principe kosteloos. Slechts wanneer er hoge materiaalkosten worden gemaakt om een produkt te fabriceren, wordt er in overleg met de klant een bijdrage hiervoor gevraagd.
Een van de opdrachten voor de Elektrowinkel was het ontwerpen van een apparaat dat aan een dove kan aangeven of hij te luid of juist te zacht praat, in vergelijking met het omgevingsgeluid. Deze opdracht is in het kader van het lustrum door het NERG gesponsord. Hoewel de gift groter was dan de werkelijke kosten van het apparaat, wordt het resterende bedrag uiteraard aangewend om nog andere opdrachten uit te voeren.

Het stoplicht

Een groot probleem voor een dove is het inschatten van het volume waarmee hij of zij spreekt. Het stemvolume moet immers worden afgestemd op het omgevingsgeluid. Wanneer in de nabijheid van luide machines wordt gesproken moet men harder roepen, dan in een fluisterstille concertzaal. Om dove mensen hierbij te helpen is vanuit het doveninstituut te Geldrop aan de Elektrowinkel de vraag gesteld of het mogelijk is een apparaatje te ontwerpen dat middels een rode, gele en groene LED aangeeft of de spreker te zacht, of juist te hard praat, vandaar de naam stoplicht.

Aangezien de dove het overal mee naar toe moest kunnen nemen, was een verdere eis dat het kastje handzaam was en op batterijen gevoed werd. Tenslotte wilde het instituut het apparaat aan meerdere doven ter beschikking stellen. Aangezien de Elektrowinkel echter slechts eenmalig een ontwerp maakt, moest het ontwerp ook simpel zijn, zodat het instituut de 'stoplichten' zelf kon produceren.
De schakeling die Herman Kuster, Achie Lin, Vick van Acht en Peter van de Mortel namens de Elektrowinkel hebben ontworpen voldoet aan alle bovengenoemde eisen. Het schema is te vinden in figuur 1; in figuur 2 wordt het complete toestel getoond. In het volgende zal kort de werking worden uitgelegd.



Figuur 1. Schema stoplicht

In de linker- en rechterbovenhoek zijn twee elektreetmicrofoontjes met hun gelijkrichtende versterker te vinden, waarna een laagdoorlaatfilter volgt om de LEDs alleen op de gemiddelde waarde van de amplitudes te laten reageren. De beide spanningen worden toegevoegd aan twee spanningsdelers, waarvan de nulinstelling kan worden geregeld met de potmeter midden boven. Deze potmeter heeft ongeveer hetzelfde effect als wanneer het apparaatje op een andere afstand van de spreker zou worden gehouden. Verschillende spanningen uit de spanningsdelers worden toegevoerd aan twee comparators, die op hun beurt weer de drie LEDs aansturen.
Met de twee potmeters in de linker spanningsdeler kunnen de exacte comparator niveaus worden ingesteld. De uitgangen van beide comparators worden laag als de linker microfoon te weinig signaal geeft, en dus gaat de rode LED branden. Als de rechter microfoon te weinig signaal geeft, worden beide comparatoruitgangen hoog, zodat de gele LED gaat branden. Als beide signalen ongeveer van gelijke amplitude zijn is de uitgang van de bovenste comparator hoog en de onderste laag, zodat de groene LED gaat branden. Wanneer men namelijk even hard spreekt als het omgevingsgeluid, is men nog steeds te verstaan.



Figuur 2. Foto van het 'stoplicht'.

Ook voor U

Natuurlijk kan de Elektrowinkel ook U helpen. Als er een probleem bestaat, waarvan U denkt dat de Elektrowinkel van dienst kan zijn, bel dan naar: 040-2473304
Ook heeft de Elektrowinkel ook een eigen homepage op het internet: http://www.eeb.ele.tue.nl/wewiee.
E-mail: wewiee@em.ele.tue.nl

STUDIEREIS MÜNCHEN

IEEE Student Branch Eindhoven

De IEEE Student Branch Eindhoven is een studievereniging van de Technische Universiteit Eindhoven, die zich vooral op ouderejaars studenten elektrotechniek richt. Elk jaar worden er vele activiteiten door en voor studenten georganiseerd. Zonder steun zouden veel van deze activiteiten geen doorgang kunnen vinden. Gelukkig erkent het NERG het belang van een actief en serieus studentenleven en verleent als zodanig steun aan onze activiteiten.

Elk jaar organiseert IEEE Student Branch Eindhoven (SBE) een studiereis naar het buitenland. Afgelopen jaar was het mijn eer om de reis samen met Alpay Ersoy en Halil Nerminer te organiseren. De traditie van IEEE SBE is het organiseren van een reis naar de Student Paper Contest (SPC). Afgelopen jaar was de locatie van de SPC een hele tijd onduidelijk. Hierdoor moesten we op zoek naar een alternatieve bestemming voor de reis. Het bestuur '94/'95 besloot om de reis naar Trondheim in Noorwegen te laten gaan. Door gebrek aan financiële ondersteuning van het bedrijfsleven en het de hoge kosten van het levensonderhoud in Noorwegen, kon de reis niet doorgaan. Als gevolg hiervan hebben we moeten zoeken naar een andere locatie en omdat we al contacten hadden met de Student Branch München besloten we naar München te gaan. Ondanks de moeilijkheden die we tegenkwamen tijdens het organiseren van de reis, was het toch een groot succes. Dit mede dankzij de steun die het NERG gegeven heeft.

Op 9 juli 1995 zijn acht studenten en een medewerker van de faculteit Elektrotechniek (ir. A.P. Verlijsdonk) vertrokken naar München. De daarop volgende week hebben we verschillende bedrijven en culturele evenementen in München bezocht. De bedrijven die we bezocht hebben zijn op zo'n manier gekozen dat alle aspecten van de Elektrotechnische industrie de revue passeren.

Op Maandag 10 juli was het de beurt aan de Deutsche Bundespost om ons te laten zien wat ze allemaal kunnen. De Deutsche Bundespost beheert in de Olympische Toren van München een zendinstallatie. Deze installatie is geleverd en gefabriceerd door Rohde & Schwarz. Hij wordt gebruikt voor nationale en lokale TV, radio en data-transmissie en is eind jaren 60 gebouwd. Het bereik van de TV zender voor Beieren is 60 km. Tevens is er voor het lokale TV station slechts een zender van 1 kW actief. Dit is genoeg vermogen om een stad als München van een lokaal station te voorzien. De kabel van de zenders naar de antenne heeft een diameter 6 1/8", een maximale belasting van 42 kW en een zeer klein verlies van 0.01 dB/100m.

Op Dinsdag 11 juli hebben we een bezoek gebracht aan Rohde & Schwarz. Hier werden we verwelkomd door dr. Blankenburg. Hij heeft ons een idee gegeven wat Rohde & Schwarz doet en wat haar positie in Duitsland is. Na deze introductie nam dr. Blankenburg ons mee naar de microgolfafdeling waar dr. Jünemann ons vertelde over de ontwikkeling van microgolfschakelaars, waarna dhr. Frodl ons de cleanroom heeft laten zien. Binnen de cleanroom worden de chips gemaakt en getest. Na een uitstekende lunch heeft dhr. Gabler ons een introductie over moderne meettechnieken gegeven. Hij demonstreerde een netwerk analyser met veel windowing en transformatie mogelijkheden, die door real-time DSP's worden uitgevoerd.

Woensdag 12 juli was het de beurt aan Siemens Nixdorf in Poing om een leerzame ochtend te verzorgen. Hier maken ze high-speed printers (meer dan 100 pagina's per minuut). De lezingen die werden gehouden bespraken de ontwikkeling en constructie van deze printers. Na de lezingen kregen we een rondleiding in de fabriek. Het eerste wat ons opviel van de fabriek was de hoge mate van automatisering van de logistiek binnen de hal. Het transport van alle half-fabrikaten tussen de verschillende hallen werd gedaan door autonome wagentjes. Ondanks de lage snelheid van de wagens keken de meeste mensen uit ons reisgezelschap wel uit en hadden waarschijnlijk geen vertrouwen in de bekwaamheid van de computer. De rondleiding in de fabriekshal gaf ons een overzicht van de verschillende stadia van de constructie van de printer en de test-hal gaf ons de mogelijkheid om een high-speed printer aan het werk te zien.

Op donderdag 13 juli zijn we met z'n allen naar de "Heizkraftwerk Nord" (een warmte krachtcentrale) van de "Stadtwerke München" gegaan. Hier kregen we 's ochtends een grondige introductie over de produktie van elektriciteit in en rond München. Het verzorgingsgebied rondom München gebruikt elektriciteit uit diverse bronnen, zoals kolen, gas, verbrandingsafval, waterkracht en nucleaire energie. Totaal wordt per jaar 4.430 Gwh aan energie geproduceerd en gedistribueerd.
De "Heizkraftwerk Nord" bestaat uit drie centrales, te weten twee waarbij afval als brandstof wordt gebruikt en één kolengestookte centrale. De kolengestookte centrale wordt gebruikt om pieken in de belasting op te vangen en dient dus als buffer. De huisvuilgestookte centrales draaien continu en verbranden afval uit het gebied rondom München.
De ochtend werd afgesloten met een rondleiding over het terrein en een bezoek aan een afvalverwerkende centrale. Vooral de omvang van de centrales liet bij ons een grote indruk achter.

De laatste twee dagen werden gebruikt voor culturele en ontspannende uitstapjes. Een bezoek aan het paleis van de voormalige koning van Beieren (Ludwig II) leerde ons dat hij gefascineerd was door de zonnekoning Lodewijk XIV van Frankrijk. Dit resulteerde in de bouw van een replica van het paleis van Versailles. Helaas stierf de koning van Beieren voordat de bouw was voltooid. Wel slaagde hij er in om het voormalig koninkrijk Beieren volkomen bankroet achter te laten. Natuurlijk werd ook een dag besteed aan het verkennen van München. Dit blijkt een stad te zijn met veel geschiedenis en aantrekkelijk voor een toerist. Als afsluiting van deze twee laatste dagen brachten we een bezoek aan de zoutmijnen in Salzburg waar we met een treintje in berg in zijn gegaan.

Na afloop kan ik concluderen dat de reis ondanks de problemen in het begin van de organisatie een succes is geweest. In deze week hebben we contact gehad met de Student Branch in München, waarmee we nu een goed contact hebben. Ook hebben we een goede indruk gekregen van de stad München en de speciale cultuur van Beieren.

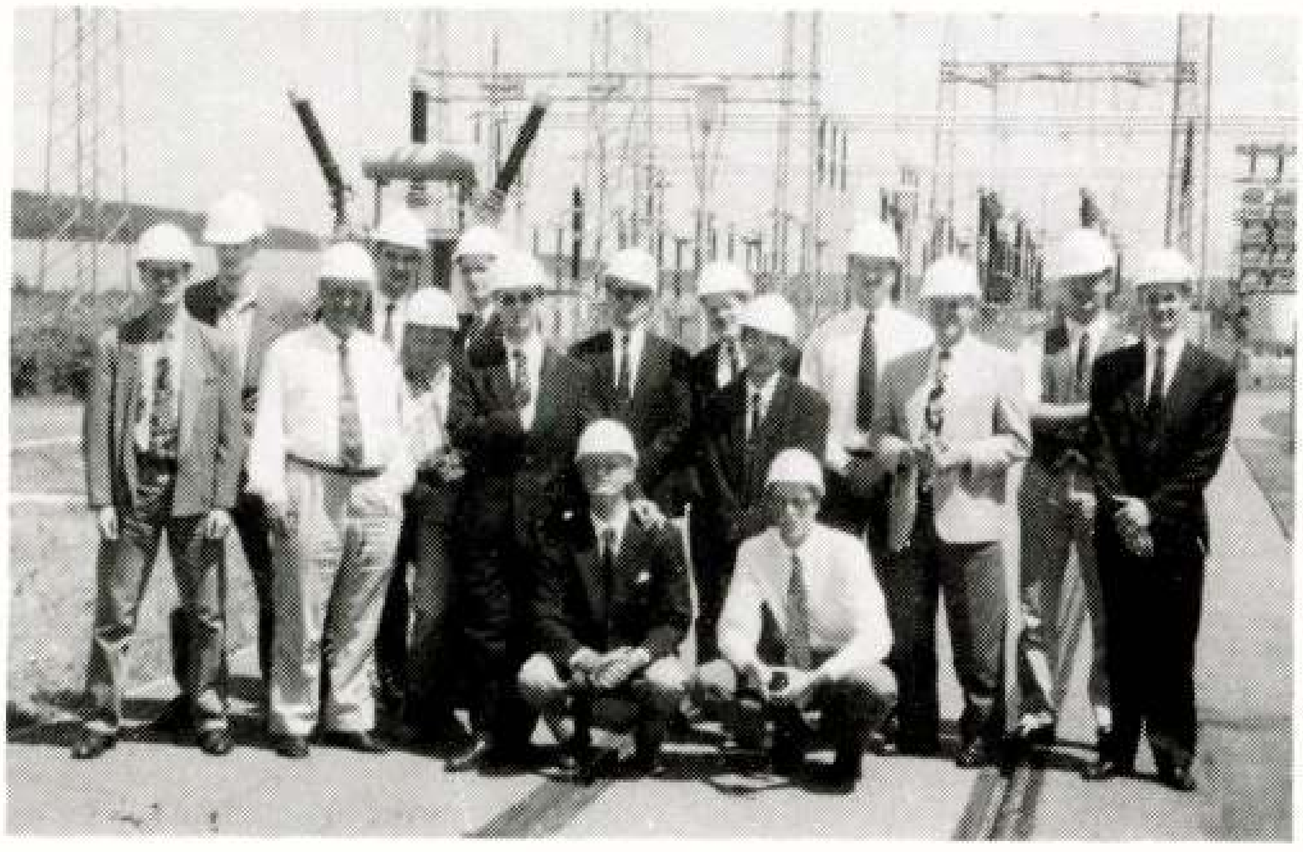
E.W.E. Roos
Voorzitter TRAC'95

BUITENLANDSE EXCURSIE '95: THE CZECH REPUBLIC, TECHNOLOGY ON THE MOVE

Joris van de Meerakker, commissaris excursies der elektrotechnische studievereniging Thor
Technische Universiteit Eindhoven

Zondag 25 Juni was het zover: de studiereis van Thor naar de Tsjechische Republiek ging van start. Met zeventien studenten en een begeleider gingen we oostwaarts om een indruk te krijgen van de stand van zaken in het Tsjechische bedrijfsleven en de wetenschappelijke instellingen. Een project als een studiereis kost teveel geld om het alleen door de deelnemers te laten financieren. We hadden daarom bedrijven de mogelijkheid geboden te adverteren in het naverslag. Ook het Nerg heeft aan de reis bijgedragen, door een advertentie te plaatsen. We hebben bezoeken gebracht aan HVDC-back-to-back station Etzenricht, TESTCOM, de Technische Universiteit van Praag, de Academie van Wetenschappen en brouwerij Pilsener Urquell.

De heenreis verliep voorspoedig, we arriveerden maandag al om acht uur 's ochtends bij de eerste excursie, HVDC-station Etzenricht. Dit station maakt energieoverdracht mogelijk tussen het Duitse en het Tsjechische elektriciteitsnet. Deze netten kunnen niet direct op elkaar aangesloten worden, omdat de netfrequentie in het Oosten tot 1 Hz kan fluctueren, terwijl in het Westen een frequentie van $50 \pm 0{,}05$ Hz de norm is en omdat de netten niet in fase lopen. Met de bouw van het station werd begonnen in 1991. Het vermogen dat overgedragen kan worden tussen de netten is 600 megawatt. In enkele jaren zal in Tsjechië, Slowakije, Hongarije en Polen de westerse norm voor elektriciteit gaan gelden. Het gedeelte van het station dat de omzetting tussen de twee netten verzorgt zal dan niet meer nodig zijn en ontmanteld worden. De aangelegde 380 KV lijnen tussen Etzenricht en Hradec in Tsjechië en het schakelstation in Etzenricht zullen in gebruik blijven.



Schakelstation bij HVDC-station Etzenricht

Dinsdag stond een bezoek aan de Tsjechische Technische Universiteit op het programma. Deze beschikt over een tamelijk grote elektrotechnische faculteit met ongeveer 5000 studenten. Deze is gevestigd op twee plaatsen in Praag: in Dejvice en in het centrum. In Deijvice bezochten we de vakgroep materiaalkunde. Hier zagen we onder meer een onderzoeksopstelling voor het meten aan de optische modulatie van lithiumniobaat. In het centrum bezochten we na een maaltijd in de mensa het departement regeltechniek, waar we onder meer

een opstelling zagen die uit het tweedimensionale beeld van een voorwerp de driedimensionale vorm haalt, door dit voorwerp met een regelmatig blokkenpatroon te beschijnen.

Woensdag bezochten we TESTCOM, dat in het Engels Technical Centre of Telecommunications and Posts Prague heet, het onderzoeksinstituut van de Tsjechische PTT. Dit bedrijf houdt zich bezig met onderzoek op het gebied van telecommunicatie ten behoeve van de Tsjechische PTT en ten behoeve van derden. Tevens beschikt TESTCOM over een metrologie afdeling, waar telecommunicatieapparatuur en allerlei andere elektrische apparaten getest kunnen worden. 's Ochtends kregen we enkele voordrachten over het bedrijf en over de Tsjechische telecommunicatiemarkt. We hoorden dat het staatstelecombedrijf SPT-telecom geprivatiseerd werd. De overheid had een tender uitgeschreven voor buitenlandse telecombedrijven. Dit buitenlandse bedrijf zou een derde van de aandelen van SPT-telecom kopen en voor het jaar tweeduizend een verdubbeling van het aantal telefoonaansluitingen in Tsjechië moeten realiseren. (Later bleek dat de Nederlandse PTT-Telecom deze tender gekregen had, waardoor de presentatie die we donderdagochtend van de Praagse vestiging van PTT-Telecom zouden krijgen, niet door kon gaan.)
's Middags bezochten we enkele afdelingen van het bedrijf, onder andere een afdeling die zich bezig hield met connectoren voor glasvezels, een reflectiearme kamer voor metingen aan antennes en de metrologie afdeling.

Omdat de presentatie van PTT-Telecom die voor donderdagochtend op het programma stond niet doorging werd besloten eerder dan gepland richting Pilsen te rijden en onderweg een bezoek te brengen aan het beroemde slot Karlstein. Nadat iedereen een uur de tijd had gehad om het kasteel, het gelijknamige dorpje en de schitterende omgeving te bekijken reden we weer verder, daar we om twee uur verwacht werden bij brouwerij Pilsener Urquell.
Brouwerij Pilsener Urquell, of in het Tsjechisch Plzenske Prazdroj is een brouwerij met een lange geschiedenis. Het is de bakermat van het door velen zeer gewaardeerde Pilsener bier. Na een filmpje over de geschiedenis van de brouwerij kregen we een korte rondleiding door de brouwerij, waarbij we de brouwketels zagen. De brouwerij beschikt over een grote kelder, die bestaat uit een uitgestrekt ondergronds gangen-

stelsel waar het bier in houten biervaten van twee meter diameter tegen de wanden opgestapeld ligt. Met lange slangen wordt het bier vanaf de plek waar het gebrouwen wordt naar de vaten getapt en vice versa. De temperatuur in de kelder ligt iets boven het vriespunt. Na deze rondleiding kregen we de gelegenheid het bier te proeven, waarna we nog een bezoek brachten aan het centrum van Pilsen.

De Tsjechische Academie van Wetenschappen is een instelling die zich bezighoudt met elementair onderzoek op diverse gebieden. We bezochten vrijdag het Institute of Information Theory and Automation. Dit instutuut doet elementair onderzoek naar systemen, regeltechniek en informatiewetenschappen. We kregen een lezing over de theoretische achtergronden van fuzzy-controll, die helaas van iets te hoog abstractieniveau was voor de meesten van ons. Daarna vertelde een elektrotechnisch ingenieur over zijn werk bij het instituut. Tenslotte kregen we enkele toepassingen te zien: het instituut heeft een programma ontwikkeld om regeltechnische berekeningen te maken, equivalent aan MatLab, specifiek op de eigen behoeften toegespitst. Verder zagen we een methode om meetfouten die optreden bij lichtmetingen aan weerballons te verhelpen. Deze meetfouten worden veroorzaakt door de schaduw van het touw dat aan de ballon hangt. Het is mogelijk met een slim regelalgoritme deze fout weg te regelen.

Een studiereis is uiteraard niet compleet zonder een stuk plaatselijke cultuur. Daarom bezochten we vrijdagavond één van de kunstvormen die typerend zijn voor Tsjechië, het zogenaamde zwart theater. Dit is een mengvorm van toneel en ballet, soms onder gewoon licht, soms onder blacklights. Doordat onder blacklights sommige voorwerpen en personen fel oplichten en andere onzichtbaar zijn, zijn verrassende effecten mogelijk, bijvoorbeeld voorwerpen die schijnbaar uit zichzelf ingewikkelde banen beschrijven of benen die op de maat van stevige jazzmuziek lopen waarbij de rest van het lichaam onzichtbaar is. Van deze effecten werd volop gebruik gemaakt wat in combinatie met de soms bizarre scenes een schouwspel bood dat zeer de moeite waard was.

Eén van de zaken in Praag die ook bekendheid genieten is het Narodni Techniske oftewel het Technisch Museum. We kregen hier een rondleiding bij de tentoonstelling over geluidstechniek. Hier staat een groot aantal oude al dan niet elektrische apparaten voor geluidsregistratie, variërend van grammofoons met een draaiende trommel in plaats van een plaat tot meersporenbandrecorders. Ook stond er een aantal apparaten om het eigenschappen van geluid en daarmee samenhangende zaken zoals resonantie, golfvoortplanting en demping te demonstreren. Op eigen houtje bekeken we daarna nog de astronomische apparaten en de oude auto's, vliegtuigen, treinen, motorfietsen en fietsen die in de tentoonstelling over transport stonden.

Zondagochtend 2 juli was helaas de tijd van vertrek aangebroken. Na een, op wat oponthoud aan de grens na, voorspoedige reis kwamen we om half tien 's avonds weer terug in Eindhoven, vele ervaringen rijker.
The Czech Republic, technology on the move? Mijns inziens is dit zeker het geval. Doordat de economie sinds het einde van het communisme meer op het westen gericht is moeten de nu geprivatiseerde bedrijven in Tsjechië concurreren met westerse bedrijven. Dit leidt in sommige gevallen tot het staken van aktiviteiten, er worden in Tsjechië bijvoorbeeld geen mobiele telefoons meer gefabriceerd omdat deze technisch achterliggen bij die in het westen. In andere gevallen wordt westerse technische en commerciële kennis het land in gehaald, bijvoorbeeld in het geval van SPT-telecom waarvan PTT-Telecom een derde van de aandelen heeft gekocht van de staat. De behoefte die er bestaat naar westerse kennis wordt ook geïllustreerd door het feit dat bij onze bezoeken aan de Czech Technical University, Testcom en het Institute of Information Theory and Automation telkens benadrukt werd dat ze graag Nederlandse stagiairs of afstudeerders zouden hebben. Overigens verwacht ik, gezien het tempo waarin de economische veranderingen zich voltrekken en gezien het feit dat de Tsjechische Republiek over een groot aantal hoger opgeleiden beschikt (alleen al de faculteit der Elektrotechniek van de Czech Technical University in Praag is groter dan de drie Elektrotechnische faculteiten in Nederland bij elkaar) dat het slechts een kwestie van tijd is voor de technische kennis het westerse peil bereikt heeft.

UIT HET NERG

VAN DE VOORZITTER

Zorg over te weinig studenten

De Technische Universiteiten spreken zich reeds geruime tijd zorgelijk uit over het afnemend aantal eerstejaars studenten. In 1970 was de instroom in de natuurwetenschappelijke en technische opleidingen van de universiteiten 27,5% en die is sindsdien gedaald tot 23% van het totaal. Het aandeel van de studenten natuur- en scheikunde is sinds 1970 zelfs gehalveerd! Het aandeel van de technische studenten vertoont ook een afkalvend beeld.
De zorg van de decanen betreft niet alleen het door afbrokkelende draagvlak dreigende verlies van banen in hun eigen organisatie. Van groter maatschappelijk belang is dat daardoor straks niet meer aan de vraag naar hoogopgeleide ingenieurs kan worden voldaan. Die zijn hard nodig om met hun creativiteit de ontwikkeling van de economie te voeden en de ouderen af te lossen.

Kennelijk zijn de technische opleidingen niet aantrekkelijk genoeg voor de huidige jeugd. Wat zijn daarvan de oorzaken? Is het de moeilijkheidsgraad? Waarom die afkeer? Het toekomstperspectief is immers heel gunstig.
Beweerd wordt dat de belangstelling van de jeugd meer zou uitgaan naar interdisciplinaire uitdagingen, zoals 'technologie en economie' of 'milieu en maatschappij'. De studie van de technische disciplines zou te verkokerd zijn. technische disciplines zou te verkokerd zijn.

Wervingsacties

Voorbijgaand aan de mogelijke oorzaken heeft de overheid de VWO-scholieren trachten over te halen tot een loopbaan in de techniek met de (niet alleen op meisjes gerichte) actie 'Kies Exact'. Die heeft echter niet geleid tot een toename van het aantal beta's.
Een meer persoonlijke benadering werkt misschien wel veel beter. Op initiatief van o.m. NIRIA en KIvI is in 1993 en 1994 een pilot-project 'Ingenieur voor de klas' gehouden. Ingenieurs worden op scholen uitgenodigd om een gastles te verzorgen binnen het kader van het in 1993 overal ingevoerde vak 'Techniek'. Na die gastles gaan de leerlingen op excursie naar het bedrijf van de ingenieur. Het getoonde enthousiasme gaf aanleiding tot een vervolgproject met steun van de Europese Commissie. Het heet nu: 'The European Engineer in the Classroom'.

Zijdelings bereikte het NERG het beroep op ingenieurs om zich beschikbaar te stellen als gastdocent. Het NERG wil dit gaarne ondersteunen. Wie wil, kan zich melden bij het informatiepunt :
'The European Engineer in the Classroom',
p/a NIRIA, Postbus 84220, 2508 AE Den Haag,
telefoon 070-3522141, fax 070-3521221.

EUREL

Overeenkomstig het unaniem genomen besluit van de Algemene Ledenvergadering van het NERG heeft het bestuur in dit verslagjaar het lidmaatschap van EUREL opgezegd per 31 december 1995. Gelet op de statuten van EUREL was het voornemen daartoe, tegelijk met het protest van het NERG tegen de contributieregeling, reeds in 1993 ter kennis gebracht van EUREL en elk jaar herhaald.

De aan EUREL bekendgemaakte doorslaggevende overwegingen voor de opzegging luiden:

- Sinds de stichting van het kantoor in Brussel heeft EUREL in toenemende mate een verschuiving in aandacht vertoond naar de EG-politiek en gesubsidieerde programma's voor onderzoek en ontwikkeling op het gebied van de elektrotechniek, terwijl de NERG-activiteit (anders als het KIvI) beperkt is tot de verbreiding van kennis en ervaring op het gebied van de elektronica, informatietechniek en telecommunicatie.
- Het NERG beschikt niet over de organisatorische en financile middelen om aan EUREL te kunnen deelnemen op het niveau van een 'enhanced service' lidmaatschap, zoals thans door de overige EUREL-verenigingen van de 'Benelux Umbrella' wordt nagestreefd.
- Het NERG blijft de EUREL-contributieregeling verwerpen die veroorzaakt dat het NERG als de kleinste vereniging per lid 25 maal meer moet afdragen voor 'basic service' dan de grootste verenigingen.

Het NERG was niet vertegenwoordigd bij de General Assembly van EUREL op 15 september 1995. Uit de agenda en het verslag blijkt dat slechts het feit van de opzegging van het NERG (en van het Deense IDA) - zonder vermelding van de overwegingen - als mededeling aan de General Assembly is voorgelegd.

LEDENMUTATIES

Voorgestelde leden:

ing. K.G. Holleboom	Refelingse Erven 154	5672 TJ Nuenen
ir. J. Mulder	Paulus Potterlaan 88	2282 GJ Rijswijk
ir. G.C.H.J. Segeren	Zuiderweg 28	1271 LZ Huizen
A. van Staveren	J.P. Heyestraat 67	2394 XW Hazerswoude
ir. C.J.M. Verhoeven	Braziliehof 12	2622 BG Delft

Nieuwe leden:

dr. F.C. Schoute	Orionlaan 94	1223 AJ Hilversum
J.J. Verduijn p/a Rijksdienst voor Radiocomm.	Postbus 65	1394 ZH Ned. den Berg

Nieuwe adressen van leden:

dr.ir. M.J. Bentum	Lieving 74	9411 TG Beilen
ir. J.H.P. Diederen	Genovevalaan 96	5625 AK Eindhoven
ir. A.J.M. de Graauw	Olieslagersstraat 603	6044 TV Roermond
ir. M.H.L. Kouwenhoven	Kadoelerbos 144-6HG	2715 SG Zoetermeer
dr.ir. G.J.M. Krijnen	Heringenbrink 31	7544 HG Enschede
ir. H.B. Meeuwissen	Kromhoutstraat 61	5622 GV Eindhoven
ir. J.R. Reynders	Hoornseweg 25	3891 CW Zeewolde
dr.ir. E. Roks	Kantenbeemd 14	4824 NB Breda
ir. J.H.A. Rijk	Sportlaan 48	5223 AX 's-Hertogenbosch
ir. A.B. Smolders	Vondelstraat 23	7651 GK Tubbergen
ir. M.G.L. Thoone	Krommenakker 1	5672 PJ Nuenen
ing. A.M. Velders	Egenlantierlaan 5	5672 XJ Nuenen
p/a Multimedia transmissie ir. V.J.M. Vermeulen	Velddijksestraat 38	6627 KE Maasbommel

PERSONALIA

Ir. J.W.J. baron van Till is door de Technische Universiteit Delft benoemd tot deeltijdhoogleraar Telecommunicatiesystemen - in het bijzonder voor Bedrijfsdoeleinden - bij de Faculteit der Elektrotechniek.
Deze leerstoel is de TUD aangeboden door Lacis Groep B.V. in Utrecht.
Van Till is principal consultant / partner bij het op de luchthaven Schiphol gevestigde onafhankelijke managementadviesbureau Stratix Consulting Group B.V., in alliantie met Arthur D. Little International Inc.

Cursus-aankondigingen

PATO

- Kwantitatieve analyse in elektromagnetische interferentie (EMI),
  1 en 2 april 1996 in Delft
- Instrumentele beveiliging,
  17 en 18 april 1996 in Utrecht
- Landmobiele radiocommunicatie,
  6,7,13 en 14 juni 1996 in Eindhoven
- Proefopzetten, klassiek en Taguchi,
  9, 23, 30 mei en 6 juni 1996 in Eindhoven

Contactadres: Stichting PATO, Postbus 30424
2500 GK Den Haag.
Tel.: 070 - 3644957
Fax: 070 - 3562722

TOPTECH STUDIES TU Delft

Basiscursus Cryptografie
17,18 en 19 april 1996

Contactadres: TopTech Studies. Postbus 612
2600 AP Delft
Tel.: 015 - 278 80 19
Fax : 015 - 278 10 09

Centrum voor Micro-Elektronica CME

Elektronica- workshops:

- De fundamenten van analoge signalen, 27 maart 1996
- De fundamenten van digitale signalen, 2 april 1996
- De fundamenten van analoge systemen, 17 april 1996
- De fundamenten van digitale systemen, 22 mei 1996
- A/D en D/A-omzetting, 4 juni 1996
- Ontwerpen van digitale filters, 18 juni 1996
- Transformaties, 11 juni 1996
- Ontwerpen van analoge regelsystemen, 6 juni 1996
- Ontwerpen van digitale regelsystemen, 20 juni 1996
- DSP-programmeren, 25 juni 1996
- DSP-techniek, 12, 19, 26 maart en 7, 14, 21 mei 1996

Contactadres: Centrum voor Micro-Elektronica, Postbus 1001
3905 BA Veenendaal
Tel.: 0318 - 58 02 00
Fax: 0318 - 58 02 34

CEI-EUROPE

Announcement of Advanced Technology Short Courses, 1996

Contact for Course Calender for 1996:
Mrs. Tina Persson, Marketing Manager
CEI-Europe AB, Box 910, S-612 25 FINSPONG, Sweden
Tel.: +46 122 17570
Fax: +46 122 1 143 47
Email: cei.europe@one.se

Conferenties

SITEL Societe Belge des Ingenieurs des Telecommunications et d'Electronique:
The Economic Impact of Space Telecommunications and Electronics.
28 maart 1996 te Brussel.
Tel.: 02/384 40 94
Fax: 02/384 26 59

Third International Conference on Computation in Electromagnetics,
10 - 12 april 1996, University of Bath, UK.
Tel.: +44 (0) 171 344 5467 / 5473
Fax: +44 (0) 171 240 8830
mail: conference@iee.org.uk.

Eighth International Conference on Road Traffic Monitoring & Control,
23 -25 april 1996, Londen.
Contactadres: RTMC 96 Secretariat, Conference Services
Fax: +44 (0) 171 240 8830
Email: conference@iee.org.uk

Fifth International Conference on Satellite Systems for Mobile Communication and Navigation,
13 - 15 mei, Londen UK
Tel.: 0171 - 240 1871
Fax: 0171 - 497 3633
Email: colloquia@iee.org.u/c

AGARD (Advisory Group for Aerospace Research & Development
Symposium on Remote Sensing; A Valuable Source of Information,
22 - 25 april 1996, Toulouse, Frankrijk
Tel: 33 - 1 47 38 57 68
Fax: 33 - 1 47 38 57 99

International Conference on Public Transport Electronic Systems,
21 - 22 mei 1996, Londen.
Contactadres: PTES 96 Secretariat, Conference Services
Tel: +44 (0) 171 344 5477 / 5478
Fax: +44 (0) 171 240 8830
Email: conference@iee.org.uk

Tijdschrift van het Nederlands Elektronica- en Radiogenootschap

deel 61 nr.1- 1996

Inhoud

Druk: Drukkerij Van Ek, Driebergen